# SITZUNGSBERICHTE

DER KGL. BÖHMISCHEN

# GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

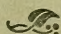
MATHEMATISCH-
NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

1914

# VĚSTNÍK

## KRÁLOVSKÉ ČESKÉ SPOLEČNOSTI NAUK.

TŘÍDA
MATHEMATICKO-PŘÍRODOVĚDECKÁ.

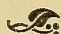


# VĚSTNÍK KRÁLOVSKÉ ČESKÉ SPOLEČNOSTI NAUK

TŘÍDA
MATHEMATICKO-PŘÍRODOVĚDECKÁ.

ROČNÍK 1914.

OBSAHUJE 26 POJEDNÁNÍ S 9 TABULKAMI
A 142 OBRAZCI V TEXTU A 4 FOTOGR. SNÍMKY.



V PRAZE 1914.
NÁKLADEM KRÁLOVSKÉ ČESKÉ SPOLEČNOSTI NÁUK.
V KOMISI U FRANTIŠKA ŘIVNÁČE.

# SITZUNGSBERICHTE

DER KÖNIGL. BÖHMISCHEN

# GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

## MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

## JAHRGANG 1914.

ENTHÄLT 26 AUFSÄTZE MIT 9 TAFELN UND 142 ABBILDUNGEN IM TEXTE UND 4 PHOTOGR. AUFNAHMEN.



PRAG 1914.
VERLAG DER KÖNIGL. BÖHM. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.
IN KOMMISSION BEI FR. ŘIVNÁČ.

# Seznam přednášek

## v sezeních třídy mathematicko-přírodovědecké.

I Otakar John: O smyslových ústrojích v postranní soustavě mladých úhořů (monté)

II Jan Vilhelm: Monographická studie o českých parožnatkách

### Dne 9. ledna:

III Fr. Rogel:

IV Dr. Karel Šulc: O novém rodu Panisopelma a novém druhu Trioza z Chile.

V — — Nová Psylla a nová Rhinocola ze Surinamu.

VI Dr. Fr. Ducháček: O biochemické variaci microba Bacillus Bulgaricus.

Dr. Boh. Hostinský: O uzavřených křivkách konstantní torse.

VII Prof. Dr. Ant. Heveroch: Anarithmetika (Alogistika).

VIII Prof. Dr. O. Kallauner: Studie o portlandském cementu.

### Dne 23. ledna:

IX Julius Komárek: O blepharoceridech z Kavkazu a Armenie.

### Dne 6. února:

X Dr. Josef Woldřich: Geologické poměry území mezi Litní, Zadní Třebání a Poučníkem u Budňan.

### Dne 20. února:

XII Prof. Dr. Ot. Srdínko: O vývoji žeber člověka.

XI Dr. Karel Šulc: O slinných a smrdutých žlazách chrysopy.

# Übersicht der Vorträge

in den Sitzungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe

**Den 9. Januar:**

Dr. Karel Šulc: Ueber eine neue Gattung Panisopelma und eine neue Trioza-Art aus Chile.
— — Ueber eine neue Psylla und neue Rhinocola aus Surinam.
Dr. Fr. Ducháček: Über die chemische Variation von Bacillus bulgaricus.
Dr. Boh. Hostinský: Über geschlossene Kurven der konstanten Torsion.
Prof. Dr. Ant. Heveroch: Anarithmetik (Alogistik).
Prof. Dr. O. Kallauner: Studien über d. Portland-Cement.

**Den 23. Januar:**

Julius Komárek: Über die Blepharoceriden aus dem Kaukasus und Armenien.

**Den 6. Februar:**

Dr. Josef Woldřich: Geologische Verhältnisse der Gegend zwischen Litten, Hinter-Třebáň und Poučník bei Budňan.

**Den 20. Februar:**

Prof. Dr. Ot. Srdínko: Über die Rippenentwicklung beim Menschen.
Dr. Karel Šulc: Über Speichel- und Stinkdrüsen von Chrysopa.

**Dne 1. května:**

Prof. Dr. Jar. Milbauer a Dr. Boh. Pivnička: Příspěvky k odměrnému stanovení vyšších kysličníků olova a ku rychlému ocenění minia.
Dr. Fr. Rambousek: O podrodu Vulda, podčeledi Xantholini.

Prof. Dr. Boh. Kučera: O zkoumání radioaktivity minerálů a různých umělých produktů methodou absorpčních křivek.

**Dne 22. května:**

Dr. B. Breindl: O haemogregarinách některých kavkazských plazů.
Prof. Dr. Ant. Grünwald: Přesné stanovení průsečníků přímek s jejich křivkami půhonnými.

**Dne 19. června:**

Prof. Dr. J. Daneš: Studie o krasu jamaickém.
Doc. Dr. Boh. Bydžovský: O zvláštním druhu konstrukcí.

Prof. Dr. Fr. Velísek: Plochy, jichž diagonální čáry mají za sférické obrazy kružnice stálých poloměrů a stejných oblouků.
Ing. Fr. Rogel: O funkci (x).
Prof. Dr. A. Štolc: Kterak se chová kyselina močová v živé protoplasmě prvoků.

**Dne 23. října:**

Prof. Celda Klouček: Nález trilobitů v $D_1\alpha$.
Prof. Dr. Jar. Milbauer a Dr. Kam. Kohn: Studie o žluti chromové. Část I.
Rudolf Klečka: Vývoj křídel hmyzu.
Julius Komárek: Tvarosloví a fysiologie přissavek larev Blepharocerid.

**Den 1. Mai:**

PROF. DR. JAR. MILBAUER und DR. BOH. PIVNIČKA: Beiträge zur Feststellung der höheren Bleioxyde und zur raschen Wertschätzung des Miniums.
DR. F. RAMBOUSEK: Über das Xantholien-Subgenus Vulda Jaq. Duval.
PROF. DR. BOH. KUČERA: Über die Untersuchung der Radioaktivität der Minerale und verschiedener künstlicher Produkte mittels der Methode der Absorptionskurven.

**Den 22. Mai:**

DR. BOH. BREINDL: Über die Haemogregarinen einiger kaukasischen Reptilien.
PROF. DR. ANT. GRÜNWALD: Exakte Treffpunktsbestimmung bei Verfolgungsaufgaben.

**Den 19. Juni:**

PROF. DR. J. DANEŠ: Karststudien in Jamaica.
DOC. DR. BOH. BYDŽOVSKÝ: Über eine besondere Art der Konstruktionen.
PROF. DR. FR. VELÍSEK: Über Flächen, bei denen die sphärischen Bilder der diagonalen Linien Kreise von konstanten Halbmessern und von gleichem Bogen sind.
ING. FR. ROGEL: Über die Funktion (x).
PROF. DR. A. ŠTOLC: Über das Verhalten der Harnsäure im lebenden Protoplasma der Protozoen.

**Den 23. Oktober:**

PROF. DR. CELDA KLOUČEK: Über den Trilobitenfund in $D_1\alpha$.
PROF. DR. JAR. MILBAUER und DR. KAM. KOHN: Studien über das Chromgelb. I. Teil.
RUDOLF KLEČKA: Entwicklung der Insektenflügel.
JULIUS KOMÁREK: Morphologie und Physiologie der Saugnäpfe der Blepharoceriden-Larven.

---

I.

# O smyslových ústrojích v postranní soustavě mladých úhořů (monté).

**Otakar John.**

(S 2 tabulemi a 1 obr. v textu.)

(Práce z ústavu pro zoologii české university.)
(Předloženo v sezení dne 18. července 1913.)

V této práci předkládám dosavadní výsledky svých studií o smyslových orgánech v postranní čáře úhoře. Jedná se tu hlavně o vylíčení histologického a cytologického složení tohoto nad jiné důležitého a zajímavého zařízení smyslového u ryb. Neboť přes to, že literatura, jednající o tomto předmětu, jest nad jiné obsáhlá, odnášejíc se počátky svými až do let padesátých minulého století a svědčíc, jakému zájmu těšila se otázka tato: jest přece s prospěchem, znovu a opět se jí zabývati. Má totiž každá doba badání vědeckého své symptomy netoliko v uplatňujících se názorech theoretických, nýbrž i v methodách, jimiž se snaží určité problémy řešiti. V tomto posledním ohledu zdálo se mně býti výhodným podrobiti smyslové orgány v postranní čáře úhoře novému vyšetření, a to na základě novějších method mikrotechnických, jež skutečně byly s to ukázati mně velmi jemné struktury, neznámé mým předchůdcům. V ohledě pak prvém, to jest, co se týče theoretického nazírání na naši otázku, vidělo se mně nutným, říditi se časovým pokrokem všeobecné biologie. Jestli totiž v prvých dobách vývoje nauky o smyslových orgánech spokojili se badatelé s místním rozdělením ústrojí těch a později snažili se vystihnouti i histologický jich rozbor, jest snahou

dnešních biologů probloubiti poznání svá i v úpravě elementů smyslových v ohledu cytologickém. Toť teprve pravé východiště poznání morfologického, jež může ukázati cestu i k vysvětlení fysiologickému, v čem spočívá činnost smyslová, zda poutá se pouze na cytoplasmu, či i z jádra podnět vychází. A že otázky tyto jsou oprávněné, že plasma smyslová jest skutečně specificky organisována, ukázaly mně methody, kterých jsem při práci své použil.

Ovšem musím vděčně připomenouti, že jsem byl na všecky tyto okolnosti upozorněn J. M. p. professorem Fr. Vejdovským, který mne zpracováním tohoto skutečně pěkného problému pověřil, a jemuž za to i za všecku pomoc a zájem, jež práci mé věnoval, vzdávám i na tomto místě dík svůj upřímný.

---

Nebudu zde uváděti historických a povšechných dat, z literatury. Po této stránce upozorňuji na práci Heiligovu (9), pocházející z nejnovější doby; podán v ní přehled všech dosavádních výsledků badání o postranní čáře ryb, a to jak anatomicko-histologických, tak fysiologických. Pokud se literatury vůbec týká, je velmi obsáhlá, zabíhajíc do všemožných odvětví. Postranní čára pokládává se za orgán odvozený od základního typu platného pro většinu smyslových orgánů, tak sluchu, čichu, chuti, hmatu, dále různých pohárkových orgánů pokožkových. Neboť základní element orgánů těchto, smyslová buňka, vykazuje v základech takovou shodu, že je těžko pochybovati o podobném původu jejich. Jak správně podotýká Heilig (9) »hätten wir es also mit einem Sinnesorgansystem zu tun, das eine Variabilität und Differenzierungsfähigkeit wie kein zweites besäsze und sich's nicht nur an einer typischen Form Sinneszellen genügen liesze, sondern auch die verschiedene Gruppierung und Verwertung von birnförmigen und stäbchenförmigen Elementen ein Meisterwerk der Perzeption wäre.«

Jak týž autor dále uvádí, je tu rozhodující innervace. A ta, jak se ukázalo dle prací Allisových (1—3) a Herrickových je různou pro různé druhy těchto orgánů. Týká se pak literatura jednak stránky anatomické, zvláště pokud se rozšíření a umístění orgánů těchto týká; dále histologické,

morfologické, vztahující se k významu postranní čáry; s touto ruku v ruce postupuje embryologie. Pro tuto obsáhlost otázky a rozsáhlou příbuznost s jinými orgány omezujeme se tu na postraní čáru v pravém slova smyslu, mínice tím smyslové orgány umístěné v linii charakteristické pro tělo rybí, jež dala orgánu jméno, a pokračující na hlavu, kde docházejí značné differenciace.

---

Mladí úhoři, známí všeobecně pode jménem »monté«, jsou materiálem pro jemnější histologické pozorování zvláště vhodným. Dosahujíce délky asi 6 *cm* a největšího průměru sotva 3—4 *mm*, jsou snadno prostupni pro různé tekutiny fixační. Mimo to pro jejich rozměry možno dosti snadno zhotoviti i tenké poměrně řezy, jak příčné, tak podélné, jež obojí dávají velmi instruktivní obraz o vzhledu a uložení smyslových orgánů postranní čáry i o topografii této.

Pokud se method pozorovacích týká, tu vytčený svrchu cíl vyžadoval takřka výhradně pozorování při značných zvětšeních, což bylo možno pouze na praeparátech řezových. Jako fixáže pro materiál použito v první řadě koncentrovaného roztoku sublimátu, jenž se osvědčil výtečně jednak jako fixáž sama o sobě, jednak pro výbornou přístupnost praeparátu všemožným barvivům. Chromsublimat osvědčil se potud, že zároveň dekalcinuje kosti. Barvení po něm je méně snadné, i po odstranění chromové kyseliny. Výborná jinak fixáž, tekutina Flemmingova, neosvědčila se tak, jak by se v jiných případech dalo očekávati. Osmiová kyselina totiž nepronikla dosti do objektu. Mimo to vznikly po této fixáži ve smyslových buňkách zvláštní útvary, myslím rozhodně artefakty, jež po žádné jiné fixáži se mi neobjevily. A konečně materiál bez tak dosti tvrdý stal se ještě tvrdším a barvení bylo dosti nesnadné. K specielním účelům použito jako fixáže ammoniak-alkoholu na methodu Cajalovu a fixáže dvojchroman draselnatý s osmiovou kyselinou pro methodu Golgiho. Chromová kyselina sama pro své pomalé pronikání pro jemné detaily se jako fixáž nehodí. Za to je výborným prostředkem zvláště u větších objektů, jedná-li se nám o to, aby kanály postranní čáry a jich vyústění vystoupila zřetelně oku pozorovatelovu. Po fixáži následovalo odvodnění alkoholem a zalévání do parafinu, ježto

se jednalo o pořízení seriových praeparátů. Lebeční kostra ukázala se dosti resistentní, tak že bylo nutno sáhnouti k prostředkům tvrdost materiálu mírnícím. Chceme-li se vyhnouti, pokud možno zbytečnému působení mnohých reagencií, jež jak samy o sobě, tak svým pronikáním do materiálu mohou zaviniti leckdy destrukci nejjemnějších detaillů, tu po náležitém odvodnění stoupajícím alkoholem použijeme zalévání přes cedrový olej a carboneum tetrachloratum do měkčího paraffinu. Materiál je pak méně křehký, než při zalévání přes xylol, a možno dosti pěkně poříditi řezy 5 m silné, jakých použito nejvíce. Ale i dekalcinačních prostředků, jako kyseliny solné nebo dusičné, použito se slušným výsledkem.

Z method barvících s dobrým výsledkem použito Ehrlichova haematoxylinu zvláště pro orientační preparáty. Nejlepším barvivem, jež k našemu úkolu nejlépe se hodí, je haematoxylin Heidenhainův. Dále sluší jmenovati brasilin a barviva dehtová. Methylenová modř, zvláště polychromní Unnova, jíž použito k objasnění innervace, byla zároveň výborným barvivem jaderným i plasmatickým. S podobným výsledkem potkáváme se u Apathyho methody zlatící. Konečně na innervaci použito druhé methody Cajalovy a urychlené methody Golgiho.

---

Rozložíme-li hlavu úhoře v serii příčných řezů, tu pozorujeme v různých končinách hlavy více méně hluboko pod periferií vedle ostatních orgánů zvláštní okrouhlé kanálky; na určitých místech chovají v sobě smyslové orgány v podobě větších nebo menších polštářků, složených jednak z protáhlých cylindrických a kratších, ale i širších, hruškovitých buněk. Charakteristickým vzhledem úhoří hlavy, jehož příčinou je přečnívání delší dolní čelisti přes horní, podmíněno jest, že na příčně řezané serii najdeme nejprve řezy dolní čelisti (obr. 1.—4.). Mají oválný obrys, na straně svrchní (pokračování dna dutiny ústní na venek) sploštělý. Již asi 0·06 *mm* od počátku čelisti jeví se po každé straně horní obrys vykrojen malými zářezy, jež na dalších řezech se stávají hlubšími, pronikají pod pokožkou a uzavírají se ve zvláštní kanálky; ty sestupují do vnitra čelisti a přikládají se stranou a ze spodu k počátku viscerální kostry (obr. 3.). Již ale před

tímto připojením ke kosti (obr. 2.) možno pozorovati podobné vchlípení se dvou kanálků na spodním obrysu čelisti, jež rovněž vnikají pod pokožku do vnitra. Brzy na to objeví se v prvních dvou kanálcích zvláštní polštářky epithelové, smyslové to orgány postranní čáry, a přímo nad nimi se ke kanálkům horním připojují dolní dva, jež se takto jeví jako vyúsťovací větévky horních kanálků. — Na bezprostředně následujících řezech zasažena jest již horní čelist, ve které rovněž velice záhy se po stranách nahoře vchlípí dva kanálky (obr. 5.). V průběhu celé serie opakují se v kanálku dolní čelisti zmíněné smyslové orgány a podobně k nim příslušná vyústění kanálku delšími či kratšími větévkami. Kanálek dále sbíhá na p r a e o p e r c u l u m, m a s t o i d e u m, tvoře při tom zvláštní lakuny (obr. 21., v pravo dole) — o čemž později při topografii postranní čáry — a nad sluchovým aparátem připojuje se ku kanálku jinému, o němž dále. Kanálky horní čelisti se zatím značně sbližují, rovněž se přikládajíce ke kostem lebečním; jsou v nich velké smyslové orgány (obr. 6.). Nad předním okrajem nozdry se vchlipuje po každé straně nový široký kanálek, na řezech zřejmě jsa zasažen skoro parallelně k svému průběhu, jak tomu svědčí velikost delšího průměru; přes to však jsou oba tyto kanálky velmi značného lumina (obr. 7.). Původní dva kanálky, ležící na e t h m o i d u, chystají se stálým sbližováním k splynutí i se smyslovými orgány a rovněž patrno je budoucí blízké připojení obou širokých horních kanálků (obr. 8.).

Výsledkem splynutí je široká k o m ů r k a e t h m o i d á l n í (obr. 9.), nacházející se právě v končině střední části nozdry a chovající na svém dně zadní okraje obou zmíněných smyslových orgánů. Nad zadním okrajem nozdry se od postranních rohů komůrky opět odštěpí ony široké horní kanálky a pokračují samostatně dále. V slepě končící komůrce se vytvoří nové dva pohárky, které vystýlají její zakončení, zachovávajíce stále párovitost (obr. 10.). Obraz 11. ukazuje nejzazší konec komůrky, kde již zasažen pouze silný nerv, procházející kostí a jdoucí k smyslovým orgánům. Nahoře po stranách jdou vlastní kanálky, pod nimi nachází se počátek dutiny čichové. Vedle toho pozorujeme na témž obrázku v pravo nahoře, těsně vedle kanálku nové vchlípení a na

dalších řezech je podobně vchlípení na horním okraji záhybu, vytvořeného pyskovitým okrajem dutiny ústní. Tyto oba kanálky (obr. 12.) brzy na to splynou a v horním konci splynutí se objevuje smyslový orgán.

Hned na to se oba kanálky opět odloučí, horní se smyslovým orgánem slepě končí a dolní pokračuje samostatně dále. Odtud probíhá dále na předu hlavy celkem šest kanálků: dva, popsané již, v dolní čelisti — kanálky praeoperculomandibulární; dva nad horním okrajem dutiny ústní — kanálky suborbitální a dva v horní končině hlavy — kanálky supraorbitální (obr. 13.). Ve všech se opakují smyslové orgány po různých intervallech a obyčejně k nim příslušné vyústění kanálku buď větévkou jemu úplně podobnou, nebo krátkým splynutím kanálku s pokožkou a otevřením se na venek. Lumen kanálku je normálně skoro kruhovité, ale podléhá mnohdy tlaku orgánů a mění svůj tvar (obr. 14. a 15.). K nejhořejším kanálkům (supraorbitálním) nad okem se připojuje zvláštní podkožní lakuna (obr. 17., a při větším zvětšení 25. a, b, c), jež se pak dále zase odštěpí. Také lze pozorovati, že tyto kanálky se rovněž jako ve spodní čelisti připojují k lebečním kostem a probíhají po nich. S ubývajícím zadním okrajem oka rozšiřují se kanálky pod ním probíhající (obr. 18) a za splývání s podobnými podkožními lakunami, jako se dělo nad okem, spojují se dva a dva kanálky po každé straně v jeden (obr. 19., a při větším zvětšení 26., a, b, c,). Podrobněji o těchto zjevech pojednáme rovněž při topografii postranní čáry; zde uvádíme toliko nejnutnější pro orientaci čtenářovu. Za popsaným spojením horního a dolního kanálku neurální části hlavy probíhají po ní pouze 4 kanálky, ony dolní čelisti a tyto dva za okem — kanálky infraorbitální (obr. 20 a 21.). Ale i ty se nad sluchovým apparátem spojí způsobem stejným, jako se dálo u kanálků supra- a suborbitálního a dále probíhají pouze dva kanálky (obr. 22. a 23.), vlastní laterální kanálky, jež probíhají již těsně pod pokožkou a dorsálně krátce za kořenem prsních ploutviček vyúsťují na venek. Kdežto u dospělého úhoře odtud pokračuje na těle asi v místech, kde se stýká svalovina dorsální a ventrální, kanálek postranní čáry, u monté najdeme v těchto místech pouze mělkou širokou rýhu, jak patrno na příčných řezech tělem a to

zvláště v končinách poněkud vzdálenějších od hlavy, kde nepůsobí již tak na tvar těla orgány; příčný řez jeví se tu jakoby s obou stran poněkud zaškrcen. To, co se nám při pohledu na rybu jeví jako »postranní čára«, to jest pouhá linie, v níž seřazeny jsou pěkně větvené chromatofory. Význačnost linie této podmíněna je dvěma okolnostmi. Chromatofory jsou totiž na septech svalových nejhustší, činíce je tak markantními. Svalová septa dorsální jsou uložena tak, že směřují ku předu, a to koncem horním, bližším hřbetu. Septa pak ventrální směřují opačně opět dolním ventrálním koncem ku předu. Tvoří tedy vždy jedno dorsální a jedno ventrální septum tupý úhel, otvírající se ku předu; vrcholy těchto úhlů leží na zmíněné svrchu linii, tak že již tím čára tato vyniká. Ale i mimo to jsou seřazeny v linii tuto pigmentové buňky hustěji, čáru skutečně tvoříce. V ní pak jsou umístěny smyslové pohárky. Než pohárky tyto nejsou uzavřeny v žádném kanálku, nýbrž leží volně na povrchu tělním, v pokožce. Je to něco podobného tomu, co popsal F. E. Schultze (12) u Gobia. Kdežto však se tu jedná o zjev trvalý, u úhoře je vyskytování se volných pohárků v těchto místech pouze přechodním stadiem. Pohárky jsou, čím dále od hlavy, tím menší — ovšem sluší podotknouti, že rozdíl velikosti je dosti nepatrný.

Jak svrchu uvedeno, hlavní část postranní čáry u mladých úhořů, podobně jako u všech ryb, nachází se na hlavě a dochází zde značné differenciace. Smyslové orgány tu totiž oproti vnějším pohárkům značně vzrůstají a zdokonalují se ve své organisaci, přizpůsobujíce se patrně jemnějším a do jisté míry různějším podrážděním. Ruku v ruce s tímto faktem jde jednak zabezpečení těchto jemných orgánů před poškozením, jemuž by na povrchu byly vystaveny, a před příliš silnými podrážděními, jednak též úprava umožňující pozměněné přijímání popudu. Smyslové orgány postranní čáry stávají se na hlavě nápadně podobnými apparátu sluchovému, tak že není divu, že Mayser (Beard (5)) prohlásil smyslové orgány postranní čáry za akcessorický sluchový orgán. A podobně Beard (4) sám, nevěda ještě o tomto názoru Mayserovu vyslovil názor, že sluchový orgán je přizpůsobeným »segmentálním smyslovým orgánem«, pravě, že »the auditory organ of Vertebrates is fundamentally a specialized portion of the

system of sense organs of the lateral line«. Pro správnost a úplnost sluší podotknouti, že u obou těchto autorů vedla k této myšlénce hlavně innervace obojích orgánů.

Zabezpečení, o němž výše byla zmínka, realisováno je ponořením celého smyslového apparátu do oněch známých »Schleimkanäle«, zajímavých kanálků, jež byly nejstaršími autory popisovány jako kanálky vylučující sliz a teprve Leydig svými známými objevy dokázal smyslovou funkci kanálkových orgánů a tím celého apparátu. Že nejsou kanálky zjevem prvotným, nýbrž sekundérním, poznal již F. E. Schultze (12). Popisuje u mladých platýzů jednak volné vnější pohárky, jednak ukrývání jich do tvořících se kanálků. Líčí, jak se nad pohárky pokožka s obou stran »lippenartig« přechlipuje; okraje obou přechlípenin se sblíží a splynou. Utvoří se tak jakási stříška nad pohárkem, jež po obou stranách ponechává k němu přístup. Tak děje se nade všemi pohárky a stříšky tyto, zachovávajíce osu budoucího kanálku, rozšiřují se na obě strany, až splynou; nechávají pak pouze na místě, kde splynuly, otvůrek. Zcela podobně líčí tento pochod Allis (1) u *Amia*; popisuje tvoření »nedokonalých kanálků« — short canals — chovajících po jednom pohárku, což odpovídá zmíněným Schultzeho splynulým přechlípeninám pokožky, dále jak se stávají souvislými a ponechávají povrchové otvůrky vždy mezi dvěma orgány podél celé linie. Otvůrky tyto, jež umožňují direktní kommunikaci zevnějška s vnitrem kanálku, ležíce v samé pokožce, nazývá »primary pores«. Mohou vytrvati až do dospělosti, nebo se dále dichotomicky dělí, dávajíce tak vznik větvení kanálku postranní čáry. U monté můžeme pozorovati pouze postup budoucího tvoření se vlastního kanálku laterálního, jenž se tu teprve i s orgány zakládá. Za hlavou vidíme vyústění kanálku a před koncem jeho několik oněch »primary pores«; v základě se tu jedná o postup, respektive stadium poněkud odchylné, než jaké popisují Schultze a Allis. Nenajdeme tu obyčejně přechlipování se pokožky nad volnými pohárky, následujícími za ukončením kanálku, jak bychom čekali. F. E. Schultze (12) popisuje u *Platesa* nebo *Leuciscus* při postupu směrem od ocasu k hlavě stadia čím dále, tím dokonaleji vytvořeného kanálku. Toho nenacházíme u monté. Pohárky tu jsou u menších individuí na předu těla úplně na

povrchu, pouze tvoří nepatrnou jamku. Upomínají tak značně na pohárky, jež popsal ALLIS na hlavě a těle mladých ryb *(Amia)* jako »pit organs«, jamkové pohárky. Pouze u větších individuí najdeme první stopy budoucího přechlípení pokožky. Kraje rozestouplé epidermis tu značněji vystupují a zvětšují tak hloubku i šířku jamky nad pohárkem, naznačujíce budoucí uzavření pokožky nad ním.

System postranní čáry u úhoře nevyvíjí se tedy současně celý, nýbrž ve dvou až třech etapách: V larválním stadiu se vytvoří orgány a kanálky postranní čáry na hlavě, jež jsou u monté již značně vyvinuty (ač ne úplně!). S nimi, nebo spíše brzy po nich vytvoří se vnější pohárky na těle. A teprve pak se zakládá laterální kanálek. Ale tato poslední etapa nenásleduje patrně hned po předchozí, ježto spatřujeme dokonale vytvořený kanálek na hlavě, kdežto kanálek tělní vůbec ještě není založen, nanejvýše pouze naznačen.

Popíšeme tu poněkud šíře tvoření se vyústění kanálku, jak se detailně jeví na seriových preparátech, ježto má značnou důležitost k porozumění skladby stěn, tvořících celý kanálek. Prohlížíme-li příčné řezy tělem úhoříka v končině před prvním — směrem od hlavy k tělu — pohárkem, tu najdeme v místech, kde se stýká dorsální a ventrální muskulatura ve škáře následující obraz: Škára se na dvou místech dosti blízko u sebe zdvihá ve dva výstupky, jež směřují k povrchu pokožky. Těsně na tuto partii škáry, mezi oba výstupky, přikládá se lamellka ze dvou až tří vrstev buněk, jež vykazují hustší obsah a intensivněji se barví, než ostatní pokožkové buňky (obr. 28. a). Na dalších řezech — sledujeme řezy od těla k hlavě — vidíme, jak zmíněné výstupky škáry dosahují stále výše. Zároveň se lamella z buněk přiléhajících ke škáře podkovovitě ohýbá a roste do šířky.

Pokožkové elementy, uzavřené mezi rameny podkovy se rozestupují, tak že vzniká zářez do pokožky, odpovídající budoucímu luminu kanálku. Pouze nejvrchnější vrstva pokožky, sestávající z plochých, dlaždicovitých buněk, zcela zřetelně sbíhá do vnitra zářezu; přikládá ke dnu jeho a stěnám, jež po dokonalém rozestoupení a zatlačení buněk pokožkových tvoří jmenovaná podkova (obr. 28. b). Také tato podléhá změnám. Jest původně ještě v zřetelné souvislosti se spodními vrstvami

pokožkových buněk. Pak ale vidíme, jak se v jejich spodních vrstvách proplétají hojné škárové fibrilly, pomalu ji též zřetelně ohraničujíce. Buňky uvnitř nabývají též jiného vzhledu. Především je jich méně. Dále se i jinak chovají k barvivům. Kdežto pokožkové buňky na příklad, nebo buňky ležící ve vrstvě nad touto podkovou, barví se světlou zelení pěkným zeleným tonem, buňky uvnitř podkovy barví se tonem poněkud nažloutlým, skoro upomínajícím na barvu škárových fibrill, nebo chrupavčitých a kostních elementů, jež dále kanálek obalují, jak o tom bude později řeč. Nad takto differencovanou podkovou, nabývající stále více charakteru mesodermálního tím, že získávají v ní převahu škárové elementy, zbývá vrstva buněk zbylá z původní oné lamelly, již jsme popsali nad prvními stopami ve škáře po tvoření se kanálku. Tato vrstva jediná udržuje stále ještě spojení s pokožkou. Zatím ztrácíme zřetelnou souvislost v popsané vrstvičce dlaždicovitých buněk pokožkových, jež sbíhají na dno zářezu a vystýlají je. V místech totiž, kde asi končí podkova svými zaokrouhlenými konci, není přesně patrno, souvisí-li vrstvička tato ještě s nejvyšší vrstvou pokožky; spíše se zdá, že ne. Je to však již v místech, kde zářez pro budoucí kanálek dosáhl skoro dna pokožky; je dole dosti široký, nahoře však počíná se poněkud zúžovati a zřetelně vidíme, jak se konce podkovy sbližují, naznačujíce budoucí uzavření kanálku (obr. 28. c). Také tu nacházíme první stopy chrupavčitých obalů, jež dokonale vytvořený kanálek se všech stran uzavírají. V partii škáry, nacházející se pod tvořícím se kanálkem, objevují se malé lamellky chrupavčité, jež jsou výběžky souvislé chrupavčité nebo zkostnatělé souvislé šupiny, jakou dále nacházíme. Zatím sbližují se okraje zářezu tak dalece, až splynou; toto splynutí pozorujeme na dvou bezprostředně za sebou následujících řezech a to dosti tenkých (5 $\mu$). Nejedná se tu tedy o splynutí pozvolné, nýbrž náhlé; patrně tu rovnoběžné původně okraje se k sobě obloukovitě přikloní a splynou. Tomu nasvědčuje konečně i vzezření »primárních porů«, jež mají vzhled kruhovitý, nebo mírně protáhlý ve směru osy kanálku. Ostatně celý postup vchlípení se kanálku, jak jsme jej pozorovali od prvních stop, oněch výstupků ve škáře, až k úplnému uzavření kanálku, k němuž jsme v popisu právě dospěli, odehrává se

na značně krátké distanci. Tak na př. na oné serii, dle níž popsán vylíčený postup, dá se tento sledovati celkem na 10 řezech 5 $\mu$ silných, tedy na distanci asi 0·05 *mm*. Z toho plyne, že vyústění kanálku na povrch děje se tu dosti náhle. Celkem pak odpovídají rozměry jeho rozměrům primárního poru, jenž má rovněž délku asi 0·05 *mm*, spíše o něco menší. Výše jsme však počítali též některé řezy, asi dva, kde nebylo ještě žádného vchlípení nebo zářezu v pokožce.

Po uzavření (obr. 28. d) kanálku obejme jej škára se všech stran tím způsobem, že v místech, kde se dotknou konce podkovy, vlákna škárová se rozvětví. Mohutnější svazek jejich utvoří pod ztenčenou pokožkou, v jejímž zářezu na spodu kanálek probíhá, vrstvu úplně podobnou vrstvě škárové pod ostatní pokožkou. Tato vrstva také jiného významu nemá, než vytvořiti pokračování škáry pod pokožku. Vrstvička objímající se spodu kanálek stává se stále řidší, méně souvislou; za to jsou v ní elementy chrupavčité stále mohutnější. Dokud tyto tvoří pouze vrstvu pod kanálkem, nezasahujíce značněji svými okraji nad něj, nýbrž nanejvýše se ohýbají a naznačují budoucí obejmutí jeho, tu nacházíme ještě mezi nově utvořenou vrstvou škáry nad kanálkem a mezi tímto vrstvu podobných buněk, z jakých byla utvořena ona výše popsaná podkova při základu kanálku. Zřejmě jeví charakter vazivových buněk, sloužících tu za závěs kanálku. Jsme již tedy v místech, kde dle popisu Bodensteinova (6), kanálek probíhá uzavřen v cutis.

V dalším průběhu se okraje chrupavčité lamellky zahýbají kolem kanálku, postupují výše a obejmou jej docela. Kanálek po případě pak vstupuje pod vlastní škáru a probíhá tu na povrchu svaloviny ve vazivové vrstvě (tela subcutanea). Jindy dokonce prostupuje až ke kostem lebečním a probíhá po nich, o čemž podrobněji pojednáno bude později.

Jak již uvedeno, v základních rysech zúčastní se na tvoření kanálku dvě vrstvy tělní, ektoderm a mesoderm. Tato duplicita stěn je známa (Heilig (9)). Pokud Allis (3) popisuje tvoření kanálku, tu rozeznává dvojí typ: plagiostomový a teleostový. Plagiostomovým způsobem rozumí tvoření kanálku »dehiscencí nebo deliquescencí v centrální části solidního

provazce buněk, formovaného involucí pouze hlubších vrstev ektodermu«. Pro Teleostei platí dle něj druhý způsob, kde »kanál je výsledkem mnohem větší involuce, která zahrnuje celý ektoderm a uzavírá v sobě spolu ektodermální končinu, která dává původ plagiostomickému kanálu«. Pokud možno srovnati tvoření se kanálku úhoře dle popsaných detailů s názorem ALLISOVÝM, vidíme, že se tu jedná skutečně o teleostový způsob tvoření kanálku, neboť na vchlípení jeho se zúčastní celý ektoderm. Není tu ale žádné »dehiscence nebo deliquescence v solidním provazci buněk«, jako u plagiostomového kanálku; pokud bylo možno zjistiti na mých preparátech, jak výše uvedeno, zúčastní se jednak asi nejvrchnější vrstva pokožková a pak nepopíratelně nejspodnější vrstva na tvoření vlastního epitheliálního kanálku, kdežto ostatní vrstvy se rozestoupí patrně pod vlivem tlaku tvořící se škárové podkovy základu budoucího kostního obalu.

Laterální kanálek je u monté ještě dosti nepatrného lumina a tak při sledování jednotlivých částí jeho ušly nám leckteré detaily, jež zřetelny jsou na dobře, ano mohutně vyvinutých kanálcích na předu hlavy. Tedy za účelem přesného vytčení součástí uvedeme ještě stručný popis některého z dobře vyvinutých kanálků (obr. 29.).

Nejzevnější vrstvu tvoří kostní, či zde spíše ještě chrupavčité obaly. Na příčném řezu jeví se jako několik lamellek, dvě, tři i čtyři; jejich tlouštka obnáší asi 3—7 $\mu$, délka přibližně 8—10kráte větší. Konce jejich jsou zaoblené. Lamelly tyto se obloukovitě ohýbají, naznačujíce tak souvislost kruhu, jejž tvoří. Na několika sousedních řezech pozorujeme, že poloha míst, kde lamelly končí, se mění; vidíme je opět splývati a na místech dříve solidních vystupují nová přerušení. Jedná se tu o zjev, který popsal již BODENSTEIN (6): kanálek jest obalen kostní či chrupavčitou šupinou, respektive šupinami vyvinujícími se pod smyslovým pohárkem. Ku krajům se poněkud ztenčují; vyskytají se v nich četné perforace, z nichž jednu shledává BODENSTEIN (6) typickou, tu, kterou prostupuje větévka nervová pro pohárek. Jak okraje šupin samých, tak i jich perforací jsou mírně otupené, zakulacené, nikdy ostré, což bylo viděti na příčném řezu. Tyto šupiny se okraji svými stáčejí, až se jimi nad pohárkem sblíží; ale ne-

splynou úplně, tvoříce tak štěrbinovité otvory. S obou stran, do lumina kanálku i zevně, je každá šupina pokryta tenkou vrstvou vazivových buněk; obě tyto vrstvy otvůrky v šupině kommunikují a vyvinuty jsou zvláště dobře v místech, kde se sbližují okraje šupiny. Zde se spojují vazivové buňky obou vrstev v silnější pruhy, dobře upevněné na zmohutnělších v okolí jejich vazivových vrstvách; štěrbinovitými otvory mezi sblíženými okraji šupiny souvisejí oba pruhy silnějšími sloupci buněk a tvoří závěs pro vlastní epithelovou trubici kanálku postranní čáry. Za sebou následující šupiny souvisejí svými vazivovými obaly a tvoří tak souvislou pochvu pro trubici smyslového epithelu. Tato trubice, vlastní kanálek smyslový, probíhá upevněna na popsaném závěsu, jdoucím ve štěrbinách mezi sblíženými okraji šupin. Pokud jsem našel v literatuře, líčívá se jako kanálek složený z jemného epithelu, tvořený jednou i více vrstvami kubických buněk; tak Bodenstein (6) má za to, že při koncích, či vyústěních kanálku, kde je více vystaven různým podrážděním, je stěna epitheliální silnější, než na místech více chráněných, vzdálenějších. Z jiných vlastností smyslového epithelu uvádí na př. Heilig (9), že vedle zřejmé souvislosti s pokožkou má s touto společný výskyt elementů žlaznatých, zvláště při vyústění, kdežto čím dále stávají se tyto řidšími. Také tu konstatuje naprostý nedostatek pigmentových buněk, jediného elementu pokožkového, který v epithelu smyslovém úplně schází. Není ničím zvláštním, že chromatofory, jež jsou mesodermálního původu, tvoříce se ve škáře — což ostatně Heilig hned na to také uvádí — scházejí v epithelu čistě ektodermálního původu.

Ve zřetelně vyvinutém kanálku je patrna dvouvrstevnost jeho stěn. Na řezu kanálkem je nám v prvé řadě nápadným ostré ohraničení lumina jeho, působené zřetelně patrnou membránou limitans, již vylučuje vrstva pevně souvislých kubických buněk. Kdežto jsou tyto na straně distální vzhledem k luminu kanálku nepatrně zúžené a na hranách zakulacené, dále pak jsou seřazeny kol kruhovitého nebo oválného lumina kanálku, tak že mírně divergují, na straně proximální souvisejí jednak ostrými výběžky, jednak zmíněnou již membránou limitans, již vylučují. Souvislost buněk těchto je velice pevná a ony samy mají hustý obsah plasma-

tický, jenž se plasmatickými barvami intensivně barví. Rozměry: délka 6 $\mu$, výška 5—6 $\mu$. Chovají velké oválné jádro mající v delším průměru 5 $\mu$; v něm je vždy zřetelný intensivně se barvící nucleolus; obsah jádra, jež je ohraničeno jasně zřetelnou blanou, je zrnitý a nevykazuje jinak zvláštností.

Vrstva tato nabývá zvláště mohutnosti a zřetelnosti blíže vyústění kanálku. Ji objímá druhá vrstva buněk, často v tak těsné souvislosti, že ji lze těžko odlišiti od výše jmenované vrstvy; je to jednak na místech dobře chráněných, kde vůbec jsou buňky menších rozměrů a vrstvy tenší, jednak co možná nejdále od pohárků smyslových. Než v širokých kanálcích je vždy patrnou. Sestává z jemných, vřetenovitě utvářených buněk, jež mají poměrně dosti málo plasmy, zrnité; v ní je velké oválné jádro, svým vzezřením úplně upomínající na jádra buněk dříve popsané vrstvy. Vřetenovité buňky svými výběžky se stýkají a tvoří tak (na průřezu) řetěz objímající vnitřní kruh buněk. V místech, kde se nachází výše popsaný vazivový závěs, obě vrstvy se těsně k sobě přikládají a upínají se k němu. Tím realisováno upevnění epithelového kanálku. Na preparátech fixovaných nejrůznějšími methodami nezaujímá snad nikdy epithelový kanálek celého lumina kostní pochvy. Vždy se poněkud, třeba jen nepatrně, smrští a oddálí se od pevného podkladu; vzniká tu pak prostor, jak vidíme pod pohárkem na obrázku 29. Prostor tento je hlavně při stěnách, tedy dnu kanálku smyslového a steně kostní pochvy, vyplněn zvláštním vazivovým pletivem, jež na př. již Carrière (8) popisuje jako pružný podklad pro smyslový kanálek a jmenovitě pohárek. Vazivo toto pozůstává z buněk chovajících málo plasmy, se zřetelnými, často a dosti velikými jádry, jež plasma jen tenkou vrstvičkou obaluje; vybíhá v četné nitovité výběžky, jimiž jednotlivé buňky splývají a tvoří tak pletivo s velkými lakunami; za živa vyplňuje prostor mezi kanálkem epithelovým a kostním úplně, jak ostatně se nám podaří někdy viděti na preparátu. Na kostním kanálku upíná se k vrstvě vazivových buněk, jež k stěně jeho těsně přiléhají. Od kanálku epithelového odděleno jest jemnou membránou basilaris, jež je zvláště pod pohárkem smyslovým patrna, jsouc asi vyloučeninou smyslového epithelu. — Konečně vidíme zvláště v sousedství pohárku probíhati na dně kanálku

kostního v lakunovitém pletivu svazeček nervových vláken, opatřených dřeňovou pochvou; nerv vstupuje do kanálku otvůrkem v šupině kostní, popsaným jako typický pro vstup nervu od Bodensteina (6).

Pokud se týká obsahu kanálku, tedy nachází se dle popisu v luminu jeho zvláštní rozsolovitá hmota. Na preparátech najdeme nanejvýše velmi sporé zbytky při stěnách kanálku, nasvědčující, že snad tu byla nějaká velice řídká vyloučenina. Tekutina v kanálcích je jistě asi velmi řídká, svou koncentrací nepatrně odlišná od vody; jinak bychom si nesnadno vysvětlili přítomnost nejrůznějších druhů Diatomaceí, jež můžeme v kanálku někdy dosti hojně najíti.

## Vnitřní smyslové pohárky.

Po tomto, poněkud podrobnějším popisu skladby kanálku můžeme konečně přistoupiti k popisu vlastního smyslového orgánu postranní čáry, pohárku smyslového, jak se jeví ve svém plném rozvoji v kanálcích na hlavě. (Obr. 30.) Podstatně se neliší vůbec od vnějších pohárků na těle, neboť skládá se rovněž ze dvou hlavních elementů: smyslových buněk a podpůrných. Než zmnožením těchto nabývá docela jiné podoby, tak že zachovávajíce název »pohárek«, jenž výborně přiléhá pro tak nazývané volné smyslové orgány na těle, činíme tak pouze z ohledu na homologii obou orgánů. Další differenciace doznává pohárek tím, že buňky jeho vzrůstajíce zřetelněji vykazují stavbu složitější, než v pohárcích volných; tím nechceme říci, že detailů, jež dále uvedeme, buňky těchto pohárků postrádají, nýbrž jsou pouze pro menší rozměry jich méně patrny. A konečně na vnitřních pohárcích jsou mohutně vyvinuté útvary, jichž nenacházíme — aspoň v takové podobě — u pohárků vnějších. Jsou to smyslové brvy a *»cupula terminalis«*, útvar to významem svým homologický s otolithem. Právě tyto dvě složky vnitřních pohárků to jsou, jež nejvíce upomínají na sluchové orgány ryb a jež zavdaly příčinu již F. E. Schultzemu (12), že je pokládal za orgány příbuzné; jiní, na př. Bodenstein (6), mluvili tu o akcessorickém sluchovém aparátu; konečně chopili se myšlénky srovnávací anatomie a embryologie a jmenujeme tu z četných badatelů

Bearda (4) a Wilsona (16), již homologii, ba i společný vznik obou orgánů dokázali.

Vnitřní smyslový pohárek na podélném řezu (dle osy kanálku, obr. 31.), jeví se jako stluštěnina epithelu, vykazující na okrajích mírný svah; tento přechází v horní plochu, jež je buď rovnou, nebo mírně konkávní. Na spodní straně je pohárek v oblouku vydutý. Tvar pohárku, jak jej vidíme na průřezu příčném (obr. 30.), je značně odchylný od tvaru průřezu podélného. Kdežto zde vidíme tvar připomínající vzhled polštářku, na příčném řezu jeví se pohárek značně stočen, zahnut, zachovávaje svou horní (do kanálku směřující) hranicí okrouhlé lumen kanálku. Od krajů ku středu pohárku značně přibývá na tloušťce, což je v souvislosti s přibývající velikostí jeho složek. Lumen vlastního smyslového kanálku a vnější obrys pohárku spolu s horní, nedifferencovanou částí epithelové trubice tvoří dva kruhy nesoustředné, z nichž menší — lumen kanálku — jsa vepsán do většího, přibližuje se obvodem svým k závěsu kanálku. Vzniká tak srpovité mezikruží, jehož nejširší část zaujímá srpovitě zahnutý pohárek a k jeho rohům se připojuje ostatní smyslový epithel, uzavíraje tak celý epithelový kruh, jak se na průřezu jeví. Hranice orgánu samého zaujímá asi polovinu obvodu příčného průřezu kanálku, v němž se pohárek nachází, vždy na straně obrácené do vnitra těla, tedy na dně. Celkový obvod tohoto smyslového polštářku, jak by se jevil v průmětu, je tvaru ellipsy protáhlé ve směru osy kanálku. Její tvar nejlépe vysvitne udáním délky osy podélné a příčné pohárku: U pohárku nacházejícího se v infraorbitálním kanálku pod čichovým aparátem, je delší osa rovna asi 0·15 *mm*, kratší příčná 0·1 *mm*; jsou tedy v poměru 2 : 3, což dává ellipsu již dosti protáhlou. Kolem těchto čísel pohybují se rozměry všech pohárků, pouze na konci kanálku laterálního ubývá na rozměrech; poměr os však zůstává všude přibližně stejným.

Jak již řečeno, skládají pohárek dvoje buňky: podpůrné a smyslové. Oboje jsou původu stejného, vznikajíce ze stejných původně buněk smyslového epithelu. Přechod epithelu v pohárek je dosti zajímavým a přivádí nás do nesnází, máme-li původ pohárku vysvětliti. Okraje pohárku zaujímají buňky vlastně třetího druhu. Jsou to totiž protáhlé buňky, jež

se teprve budou differencovati buďto v element podpůrný nebo smyslový. Na řezu pohárkem vidíme někdy asi následující:

Kubické buňky smyslového epithelu se na samém okraji pohárku značně prodlužují. Silná membrána limitans tu úplně kryje poslední buňku značně protáhlou v ostrou dlouhou špičku. Jádro se nachází v silnějším konci. Tento konec buňky pak odstává od membrány a do vzniklé mezery vsunuje se svým podobným výběžkem následující, méně protáhlá buňka. Je zde viděti, jak se z indifferentního epithelu buňky pohárku tvoří pouhým protažením ve směru epithelu. A dále tím, že buňky se svým silnějším koncem stále více odkláněji od původního směru, jsouce vytlačovány z něj jinými buňkami, jež vrůstají mezi ně a nad nimi ležící membránu limitans, dostávají více a více polohu buněk pohárku, tedy celkem kolmou k průběhu epithelu smyslového. Několik těchto buněk, ležících na okraji pohárku, svými výběžky pevně se k sobě přikládá a jsou nad to pevně poutány zmíněnou membránou limitans. Tato sbíhá i dále nad pohárek a o jejím osudu dozvíme se později. — Jindy však buňky při samém okraji pohárku, hraničící přímo na kubický epithel, mají vzezření podobné hruštičkovitým buňkám, jež s podkladem jen velmi tenkým výběžkem souvisejí, a poloha jejich je hned kolmá, ač těsně vedle nich kubický epithel, nevycházeje ze své polohy, končí onou zašpičatělou protáhlou buňkou. Je tu tedy přechod velmi náhlý. A tato okolnost v souvislosti s následujícími přivádí nás na jinou myšlenku. Jak jsme již řekli, epithelový kanálek tvoří dvě soustředné vrstvy buněk. Vnější vrstva z jemných, vřetenovitých buněk, je velice zřetelnou nad stěnou kanálku protilehlou pohárku smyslovému. Sledujeme-li její průběh, tu v místech, kde se děje právě popsaný náhlý přechod kubického epithelu v buňky pohárku, tato druhá vrstva vkládá se do prostůrku vzniklého mezi poslední šikmou a protáhlou buňkou kubického epithelu a první buňkou indifferentní okrajové zony pohárku. K této se buňky druhé vrstvy často pevně přikládají a zdá se, že tu vrstva končí. Jako lumen kanálku bylo ohraničeno membránou limitans, tak vnější jeho obrys ostře omezuje také v literatuře uváděná membrána basilaris; mohl jsem ji na svých preparátech vždy

zřetelně zjistiti, ač je poněkud tenší než limitans. Tato membrána basilaris pokračuje sama pod buňkami pohárku a jediné elementy buněčné, jež se k ní ze spodu přikládají, přináležejí onomu lakunovitému pletivu, podporujícímu pohárek. Svrchu přikládají se k této membráně hned cylindrické buňky pohárku. Na preparátech najdeme různé variace přechodu epithelu kanálkového v buňky pohárku. Mimoděk napadá nám ta myšlénka, že pohárek smyslový vlastně přináleží svým původem této jemné vrstvě buněk objímající vnitřní trubici epithelovou. Přes to, že je pravděpodobnější vznik pohárku z vnitřní trubice, přes to, že vidíme někdy jakési výše posané přechody, přes to máme mnohé důvody věřiti v pravděpodobnost vyslovené právě druhé eventuality vzniku pohárku. Především, kam se poděje pod pohárkem tato druhá epithelová trubice? Dle jejího vzhledu a četných spojení s lakunovitým vazivem, řekli bychom, že pod pohárkem přímo v ně přechází. Ale to nikde není možno nepopíratelně zjistiti. Naopak, vidíme velmi často jen popsané svrchu přecházení membrány basilaris pod pohárek a buňky lakunovitého pletiva se objevují dále, kdežto buňky této druhé vrstvy úplně mizí a jejich místo na membráně bezprostředně zaujímají elementy pohárku. Dále vždy můžeme na preparátech najíti přesnou hranici, kde končí epithel kubický a začíná pohárek sám. Nevýhody fixačních tekutin, působící smršťování tkání, jeví se tu zcela zvláštním způsobem. Kubické buňky vnitřní trubice epithelové se totiž více smršťují, než buňky pohárku, ale i než buňky druhé trubice ji objímající. Vzniká pak čatso v místech této hranice značná mezera a pouze membrána limitans v příznivých případech udržuje spojení, sbíhající na okraj pohárku. Ale často i ta se vlivem preparace trhá a pak se jeví řez pohárkem asi takto (obr. 7.): V obalném chrupavčitém kanálku je vytvořen pohárek; přikládá se svými okraji k vnější obalující trubici a tvoří s ní uzavřený kruh. Na straně pohárku protilehlé nachází se polokruh buněk, jež náležejí vnitřní trubici epithelové; polokruh tento však nesouvisí vůbec svými okraji s pohárkem a nanejvýše je v místech závěsu kanálku ve spojení s vnější vrstvou. Takovýto obraz najdeme velice často, zvláště na počátku kanálků na předu hlavy a dá se vysvětliti rychlejším vnikáním fixáře

četnými vyústěními kanálku. Než vždy je tu nápadnou pevnější souvislost pohárku s buňkami vnější obalující trubice, než s vnitřní. Jsou patrně buňky této trubice jiné konsistence, asi žlaznatější. Popsali jsme tu extrémní případ. Ale i tehdy, když vnitřní epithelová trubice pevně souvisí s okraji pohárku, podaří se nám najíti přesnou hranici mezi nimi. Velice přesvědčivě zdá se mluviti podélný řez kanálkem nadočním nebo infraorbitálním v končině těsně za okem (obr. 31.). Na podélně řezané serii hlavou zasáhneme supraorbitální kanálek právě nad okem v dosti dlouhé partii paraellně. Nacházejí se tu blízko za sebou následující dva pohárky. Ve smyslovém epithelu zřejmě je patrno, že pozůstává ze 2 vrstev, jdoucích rovnoběžně nad sebou. Spodní přikládá se k okraji pohárku a úplně přestává, neboli v pohárek přechází. Svrchní pak přikládá se zašpičatělou buňkou k jeho hornímu niveau.

V případě, že je tato eventualita vzniku pohárku správnou, daly by se poměry v smyslovém kanálku vysvětliti asi takto: Kanálek postranní čáry skládá se z kostního nebo chrupavčitého obalu, v němž zavěšena probíhá trubice. Tato sestává ze dvou vrstev: vnitřní, z kompaktních buněk, vylučujících do vnitra kanálku silnou membránu limitans; tato vnitřní trubice kommunikuje přímo se zevnějškem. Ji obaluje druhá vrstva, z jemných vřetenovitých buněk, vlastní to smyslový epithel, jenž dává vznik pohárku smyslovému. Nad ním vynechává úplně souvislá jinak stěna vnitřní trubice okénko, jehož kraje se přikládají k okrajům pohárku. — Přes uvedené momenty, jež svědčí o pravděpodobnosti vzniku pohárku z druhé obalné vrstvy, je tu mnoho různých přechodů a nejasností, jež znemožňují, aspoň prozatím, s určitostí se prohlásiti pro nebo proti této myšlénce.

Konečně můžeme přistoupiti k vlastnímu rozboru elementů skládajících pohárek. Jsou to: podpůrná buňka, uváděná v literatuře jako »Zylinderzelle« nebo častěji a správněji »Stützzelle«, a smyslová buňka, obyčejně dle tvaru zvaná »birnförmige Sinneszelle« nebo »Haarzelle« dle smyslové brvy; k těmto dvěma složkám přistupuje zachycovací aparát, cupula terminalis.

Jak jsme řekli, vznikají oba druhy buněk ze stejných, nedifferencovaných buněk smyslového epithelu, ať již je to z kteréhokoliv z popsaných dvou vrstev. Kraj pohárku zaujímají buňky tvořící indifferentní okrajové pásmo (obr. 33.). Jsou to buňky cylindrické, někdy dosti širokého průřezu (5 $\mu$), jež sáhají od membrány basilaris až k membráně limitans (délka kolem 15 $\mu$). Na podélném řezu pohárkem je viděti, jak se horním koncem milířovitě sklánějí ku středu; horní i dolní okraj bývá pyramidovitě rozšířen, podobně jako kreslí KOLMER (11) buňky tyto z jiných smyslových aparátů, jmenovitě sluchového. Dále do vnitra pohárku přibývá cylindrickým buňkám značně na délce při stále stejném průřezu, až nabývají délky asi 32 $\mu$ (obr. 33.). Dolní konec jejich je stále poněkud pyramidovitě rozšířen; basí přisedá na spodní membránu pohárku a růžky, v něž pyramidovité rozšíření vybíhá, přikládá se buňka k stejným útvarům buněk sousedních; výše se značně súžují a vnikají mezi smyslové buňky, jež je často stlačují ve velmi úzké proužky. K barvivům se chovají buňky tyto různě, ale celkem stejně, jako podpůrné buňky vnějších pohárků.

Haematoxylinem barví se značně intensivně, zvláště v dolní části, kdežto z thérových barev na př. gentiana-violett pouštějí při differencování mnohem snáze, než smyslové buňky. Zajímavá jest vlastnost jejich, kterou HEILIG (9) uvádí, že při impregnacích často se jednotlivé z těchto buněk intensivně impregnují stříbrem a jejich obrys pak velmi dobře vynikne. Totéž však se často stává i při haematoxylinu a to zvláště při okraji pohárku. Plasma jejich vykazuje pravidelně vláknitou strukturu. Fibrilly jsou značně silné, zprohýbané a probíhají v hojném počtu celou délkou buňky. Tuto fibrillární strukturu podpůrných buněk pokládá KOLMER (11) za charakteristickou pro podpůrné elementy smyslových pohárků a onu »Stützfibrille« béře za kriterium pro rozlišování buněk smyslových a podpůrných. Pokud mohu ze svých preparátů souditi, myslím, že by to bylo kriterium dosti spolehlivé. Smyslové buňky sice vykazují též fibrillární strukturu plasmy, jak také KOLMER uvádí a jak dále popíšeme, ale nepoměrně jemnější. Přes to však rozhodně nejspolehlivější je prokázání vztahu k nervu; vždyť právě tento vztah to byl,

jenž dokázal smyslovou funkci buněk těchto. — Jádro nachází se v podpůrných buňkách vždy na dně jejich; sem bylo zatlačeno súžením horní části buněčného těla. Je značně velké, oválné; delší průměr, stavící se do osy buňky, obnáší přes 4 $\mu$. Má intensivně se barvící blánu jadernou a zrnitý obsah, v němž nacházíme jeden, zhusta však dva, ba i tři nucleoly barvící se vždy úplně černě.

Není-li na preparátu fibrillární struktura buněk příliš patrnou, tak že nezakrývá tak detailů v buňce, můžeme v okrajových buňkách často spatřiti (obr. 32.) nad jádrem, jež tu není ještě tak hluboko, jako u podpůrných buněk v prostředku pohárku, velký světlý dvůrek, jenž je předělen tmavším proužkem. Jinak zvláštních detailů na podpůrných buňkách nebývá. — V okrajovém pásmu pohárku však často najdeme buňky, jež se dole súžují v sloupečkovitý výběžek a dostávají hruškovitý tvar, souvisejíce s membránou basilaris pouze oním sloupkem. Ten je někdy velice krátký, tak že není skoro patrný; buněk takových bývá na samém okraji několik vedle sebe; teprve dále pozorujeme rozlišení v sloupcovité a hruštičkovité buňky, z nichž ony jakoby vznikaly tlakem sousedních hruštičkovitých buněk. Dále do vnitra pohárku, kde mu přibývá na příčném průměru, stává se popsaný sloupkovitý výběžek tenčím a delším, buňka pak, jíž přináleží, dostává více a více charakter smyslové buňky. Málokdy se tento sloupek zachovává dále, ztenčuje se a odtrhuje od spodního okraje pohárku a konečně i zaniká. Buňka sama differencuje se v hruškovitou smyslovou buňku. — Ale tyto, jak se zdá, mohou vznikati i jinak, totiž uprostřed pohárku, třeba již úplně vyvinutého. Najdeme zde dosti často úplně černě zbarvenou cylindrickou buňku; jí podobné útvary, které se nezbarvily tak intensivně, zdají se, ač je věc značně nezřetelnou, prodělávati akinetické dělení. Smyslová buňka dole pokračuje v část úplně podobnou spodní polovině podpůrných buněk. Mnohdy jedná se o zrakový klam, neboť pohneme-li mikrometrickým šroubem, poznáme, že obě části zdánlivě jedné buňky neleží stejně vysoko a nepatří tudíž k sobě. Těžko je ale vysvětliti podobný zjev, když i při největších zvětšeních hnutí mikrometrickým šroubem má za následek zmenšení nebo zvětšení ostrosti celého útvaru. Jedna okolnost je tu

rovněž zvláštní. Narazíme-li na takovéto snad dělení, má nucleolus vždy jen hořejší jádro, tedy nacházející se v budoucí smyslové buňce. Jindy zase je jádro v některé cylindrické buňce značně vysoko a dosti protáhlé.

Mezi basemi podpůrných buněk najdeme dosti často buňky této části podpůrných elementů úplně podobné. SOLGER (13) pokládá je za třetí element skládající pohárek a nazývá je buňkami basálními. Vznik jejich by se dal uvésti buď na toto s n a d dělení buněk uvnitř pohárku, jímž by vznikaly uprostřed nové smyslové buňky, nebo by to mohly býti buňky oné vnější epithelové trubice. Tím by se sice vysvětlil zdánlivý zánik jejích buněk pod pohárkem, ale nedala by se popříti možnost úplně stejného vzniku buněk pohárku z téže vrstvy, jak tomu nasvědčuje podoba SOLGEROVÝCH basálních buněk s basemi cylindrických, i úplně stejný způsob jejich přisedání na membránu basilaris.

Smyslové buňky zaujímají horní polovinu co do výšky pohárku a střed co do rozlohy jeho. Svým dolním koncem dosahují až asi do poloviny výšky pohárku, ba i více.

Sama smyslová buňka (obr. 34.) je podobně jako ve vnějších pohárcích, i v jiných smyslových orgánech, tvaru hruškovitého. Délka její obnáší průměrně 14 $\mu$, šířka 5—6 $\mu$. Tyto rozměry však i v úplně vyvinutých pohárcích značně varirují. Horní konec, jímž spolu s ostatními a podpůrnými buňkami tvoří horní plochu pohárku, je rovně uťat. K dolnímu konci se hruškovitě rozšiřuje a zaokrouhleně končí. Při velkém zvětšení je patrno, že stěny její nejsou úplně hladké a rovné, nýbrž zdají se býti svraskalými. Patrně se tu jeví vliv fixáže a alkoholu. Zvláště na dolním okrouhlém konci spatřujeme tyto svraštěniny a často tu vídáme dosti velký výběžek, jenž býval popisován jako basální výběžek, mající vztahy k innervaci smyslových buněk. Nesprávnost domněnky této byla brzy prokázána použitím impregnačních method. HEILIG (9) pokládá jej za následek nějaké chyby při preparaci. Dle popsaného tvoření se smyslové buňky poznáme ve výběžku tomto zbytek onoho sloupku, jímž původně přisedala buňka k membráně basilaris, nebo snad je to stopa po možném onom dělení.

— Pokud se vnějšku ještě týká, přisedá k hornímu konci buňky smyslová brva, o níž později.

Použitím různých method preparačních najdeme různé detaily ve vnitru smyslové buňky. Na prvním místě tu sluší uvésti HEIDENHAINŮV haematoxylin; na preparátech jím barvených je patrno nejvíce podrobností. Především je to jádro, jež v buňce velmi dobře vyniká. Nachází se v dolní, rozšířené polovině buňky, jsouc někdy skoro až u středu jejího, jindy je posunuto až na spod a takřka leží na vydutém dně. Ihned je nápadnou úplná shoda ve tvaru i součástech s jádrem podpůrných buněk. Je tvaru mírně oválného, nebo v širší buňce kulovitého; vyznačuje se dosti silnou blanou, barvící se velmi intensivně. Obsah jeho je hrubě granulosní a objímá vždy zřetelný, velký nucleolus; také bývají přítomny nucleoly dva. Překvapující je velikost jader; jejich průměr obnáší obyčejně asi 4 $\mu$. Nucleolus má sám průměr 0·8 až 1 $\mu$. Popsaná struktura jádra je v celku jednoduchá a je dobře patrnou také při použití jiných barviv, tak jmenovitě brasilinu, Ehrlichova haematoxylinu a zvláště gentiana-violetti. Jinak jádro samo o sobě zvláštností nějakých nevykazuje.

Za to tím zajímavější je ostatní skladba buňky, a to jak plasmy samé, tak organulí v ní se nacházejících. Jak jsme již podotkli, v souhlasu s nálezy KOLMEROVÝMI (11) jeví se struktura plasmy jemně vláknitou, což je zajisté poukaz na stejný základ a vznik jak podpůrných, tak smyslových buněk. Fibrilly plasmatické nejsou na všech preparátech patrny. S jistotou o nich můžeme mluviti pouze na základě preparátů haematoxylinových a brasilinových. Ale ani zde nejsou patrny vždy a zdá se, že na jich zřetelnost má vliv též stáří buňky. Preparáty ze starších monté mají fibrillární strukturu málo zřetelnou, ale buňky v pohárcích, třeba že nejsou větší, jsou lépe vyvinuté. Jako u podpůrných, tak i u buněk smyslových probíhají tato vlákna celkem podélně, ale tvoří velice hustou spleť různě se ohýbajíce a křížíce. Nezdá se však, jak KOLMER tvrdí, že probíhají pouze při povrchu buňky, naopak pronikají asi celým tělem jejím. Plyne to z následující okolnosti. Na většině haematoxylinových preparátů je patrno roz-

lišení plasmy v endo- a ektoplasmu. Tato barví se jasněji, vyplňujíc okraje a značněji horní část buňky.*)

Jádro nachází se v tmavší endoplasmě. Nejen ektoplasma, ale i tato vykazují stejnou vláknitou strukturu, tudíž probíhají fibrilly i nitrem buňky. Těžko však mluviti o nějakých kanálcích — až na jedinou výjimku — jež se proplétají plasmou a jsou naplněny barvícím se sekretem, jak Kolmer (11) se domnívá a pokládá je za nějaký případ »trophospongia«. Tu zajisté se jedná o intensivněji zbarvená, nebo silnější plasmatická vlákna, jež Kolmer sám popisuje; než nemohu kritisovati toho, co snad zmíněný autor na svých preparátech skutečně našel. — Endoplasma objímá na spodu jádro vrstvičkou různě silnou. Nad jádrem však tvoří větší massu různé podoby. Nejčastěji jako pouhá vrstva tmavěji se barvící. Na haematoxylinových preparátech bývá v podobě jehlance, jenž jakoby sestával ze samých fibrill; dosahuje svou špičkou až k vrcholu buňky. —

Na svrchním polu jádra setkáváme se zhusta se zajímavým zařízením, ovšem ne vždy jasně a zřetelně vystupujícím. Nad horním okrajem jádra nacházejí se totiž dvě kulovité světlejší vakuolky, nebo dvůrky a v každém z nich je uprostřed malé tělísko, velmi podobné centrosomu. Popsaný zjev našel jsem jak na preparátech barvených železitým kamencem, (obr. 35.), tak na jiných barvených methylenovou modří; ale nejzřetelněji spatřil jsem jej na preparátu impregnovaném dle Apathyho methody (obr. 36.). Vyskytování těchto tělísek, uváděných pod názvem *diplosom*, ve smyslových buňkách různých orgánů (sluchu, čichu), je známo; pozorovali je již O. Van der Stricht, Fürst, Spee, Held, Kolmer. Hlavní význam jich spočívá v tom, že týmiž badateli byl prokázán jich vztah k zvláštnímu zakončení buňky, jež dále popíšeme.

Smyslovou buňku okončuje strmělá brva, přisedající na

---

*) Nejspodnější ectoplasmatická část smyslové buňky, nacházející se pod jádrem, bývá většinou po fixaci Flemingovou tekutinou silně vakuolisována: struktura plasmy tu činí dojem hrubě pěnité hmoty a buňka zdá se vybíhati v četné niťovité výběžky. Tyto útvary uváděné též v starší německé literatuře a vyskytující se jen po některých fixážích s osmiem, pokládám rozhodně za artefakty.

zvláštní basalní tělísko. Zařízení toto upomíná na blefaroplast vířivých brv; ovšem jedná se tu jen o vzdálenou analogii, ježto strmělá brva má u smyslové buňky docela jiný význam, než brva vířivá a tudíž též tělísko ji nesoucí.

Na praeparátech jsou brvy v kanálkových pohárcích dobře patrny, zvláště po barvách therových. Ale některými fixážemi značně trpí; nejlépe se konservují sublimátem.

Proximální část jejich se pyramidovitě rozšiřuje a přisedá ku konci buňky, respektive na zmíněné basální tělísko. Distálně se base brvy rychle súžuje a vybíhá ve vlastní tenkou brvu, obyčejně úplně rovnou a různě dlouhou. Brvy totiž dosahují až ku *cupule terminalis,* o níž dále pojednáme, a na vzdálenosti její od úrovně pohárku záleží délka brv. Celkem kolísá délka jejich mezi 10 až 20 $\mu$. Uprostřed pohárku směřují kolmo k povrchu, při krajích sklánějí se nad jeho střed. Distální konce dvou brv mohou někdy splynouti. Struktura není v brvách patrna žádná, ale jest pravděpodobné, že každá »brva« jedné buňky jest slepena z více vlásků, jak to již také udává Fürst ve sluchovém apparatu *(macula a crista acustica)* lososa. Nanejvýše se spodní část poněkud intensivněji barví a tu a tam v ní vidíme malý počet granul. Kolmer (11) sice pokládá brvu za vyloučený obal pro jakési centrální vlákénko než toho potvrditi nemohu. Brvy se vyznačují velmi nepatrnou barvitelností a jsou tak jemné a průhledné, že je vnich těžko struktury najíti. — Ve smyslové buňce slouží široké basi brvy za podklad zmíněné již basální tělísko. Horní část buňky vykazuje silné přijímání skoro všech jaderných barviv. Na přebarvených praeparátech jeví se vždy jako úplně tmavá partie, jež se při differencování postupně odbarvuje směrem od jádra ku konci buňky. Při tom pozorujeme, že dosti dlouho zůstává sytě zbarven též zvláštní centrální sloupec, spojující jádro s horním polem buňky. Chceme-li viděti podrobné složení této tmavé partie na př. na praeparátech barvených železitým haematoxylivem, nutno differencovati dosti daleko, až je jádro značně jasné a vynikají v něm zřetelně detaily.

V tomto případě je plasma značně již odbarvena a v horním konci buňky se objeví zvláštní apparát. U nejméně differencovaných smyslových buněk při okraji pohárku jeví se v nejjednodušším tvaru jako několik, obyčejně jen dva tmavé

body, umístěné na samém okraji buňky; upomíná to na obrázek v Schneiderově učebnici histologie, kde je popisován u smyslových buněk obojživelníků prsténec složený z tmavě se barvících granulí, jenž objímá basi čípku smyslového, vynikajícího z buňky. Takovéto základy budoucího polštářku smyslové brvy, basalního tělíska, najdeme ve všech větších pohárcích. Na praeparátech úhoříků co možno nejmladších jeví basální tělísko nejzřetelněji jednotlivé své složky a to v jednoduché formě oproti starším pohárkům. (obr. 37.)

Má tu v základě tvar jehlance, jenž basí svou leží v okončení buňky a velice ostrou špičkou směřuje do středu buňky. Velikost basálního tělíska podléhá značným změnám, od rozměrů nepatrných až asi do velikosti 2·6 μ. Při velkém zvětšení pozorujeme, že se skládá vlastně ze dvou částí: Konec buňky tvoří destička průměru někdy skoro rovného šířce horního konce buňky. Na svých okrajích je zahnuta do vnitra buňky a konce těchto okrajů jsou zakulacené, tak že destička vypadá spíše jako širší miska s nízkým, často tlustým okrajem. Uprostřed této misky vztyčuje se jehlanec, jehož base buď právě zapadá mezi ohnuté okraje destičky, nebo je často značně užší; činí pak celé basální tělísko dojem hřebíčku se širokou hlavičkou. Zvětšením nejsilnějším zřetelně rozeznáme, že popsaný jehlanec a k jeho basi přiléhající destička, nejsou jedním tělískem, jak se na první pohled zdá; mezi oběma najdeme světlý proužek, svědčící trochu tomu, co popsal již Fürst ve sluchovém aparátu (*macula a crista acustica*) zárodků lososích. Na basální tělísko přisedá tu také zmíněná smyslová brva, na mých preparátech zdánlivě jednoduchá, jež pokračuje do vnitra buňky v popsaný jehlanec, směřující špičkou k jádru. Proráží tak onu zdánlivou destičku, jež je vlastně prsténcem basi brvy objímající. Celé basální tělísko někdy nachází se ve světlejší části plasmy, polokruhovitém dvůrku, a pouze velice jemná špička, skoro vlákénko, vybíhá z něj do vnitra buňky. Až sem dosahují tmavší pruhy endoplasmy, je-li tato patrna v celé buňce, a v nich se špička jehlance ztrácí. Tato tmavší vlákna endoplasmatická jsou asi totožna s tím, co nazývá Fürst »Wurzelfasern«, nebo »Haarwurzeln« smyslových brv, jež sledoval až k periferii buňky v dolní části její. Dle mého zdání odpovídají vlákénka tato mitochondriím, leč

nemohl jsem přesně otázku tuto rozřešiti. Ale vzhledem ku dnešním názorům o stavbě plasmy buněčné, bylo by záhodno vyšetřiti poměr těchto tělísek při činnosti i buněk smyslových.

Mnohdy bývá pouze tato vrstva endoplasmatická (či mitochondriová?) patrna (obr. 34., nejvyšší smysl. buňka) a je-li preparát ještě více odbarven, tu v jejích místech spatříme diplosom. Jindy však zdá se středem endoplasmy probíhati světlejší kanálek, jenž jakoby spojoval jádro s basálním tělískem (obr. 38. b). Toto spojení jest možné, neboť víme, že skutečně existuje mezi bičíky a jádrem některých flagellatů, ale význam spojení toho jest záhadným.

Většinou najdeme basální tělísko v podobě poněkud jiné, než prve popsáno. Ostrá špička, v níž vybíhá, v buňce obyčejně mizí a jehlanec zdá se jakoby uťat, ale nepravidelně, tak že vybíhá ve dva nebo více hrotů. Prsténec FÜRSTEM popsaný s ním splývá nerozeznatelně a basální tělísko se jeví asi jako útvar na obraze 30. a 35. Takto utvářené tělísko bylo by v důsledku FÜRSTOVA názoru výsledkem mocnějšího rozvětvování a rozbíhání vování a rozbíhání base brvy v četnější »Wurzelfasern«. Při pohybu mikrometrickým šroubem ukazuje se, že vnitro konusu není zbarveno (obr. 38. a); příznivým zaostřením docílíme toho, že se jeví střed basálního tělíska světlým; je tedy buď dutý, anebo vyplněn nebarvící se hmotou. A tu bude asi nesnadno vysvětliti, proč se ona část brvy, zasahující do vnitra buňky, tak intensivně jaderně barví, kdežto jak bylo uvedeno, brva sama se barví velice těžko, ba skoro vůbec ne. Spíše by se dala vysvětliti věc tak, že basální tělísko je samostatným útvarem, a pouze do jeho duté centrální části vybíhá ze široké base brvy nějaký výběžek, snad patrný jako ona světlá vnitřní část basálního tělíska.

*Cupula terminalis* (obr. 39.) je útvar funkcí svou shodný s otolithem*). U monté nacházíme ji v nejrůznějších podobách, jež podávají celý způsob růstu této součásti pohárku. Na preparátech, kde je dobře fixována, zachycuje dosti silně zvláště některé thérové barvy, tak gentiana-violett. Také světlou zelení se barví a poněkud haematoxylinem. Nad malými pohár-

*) SOLGER (13) v ní našel homologon hyalinní trubice, kterou popisuje SCHULTZE (12) nad volnými pohárky některých ryb.

ky je značně tenká, jeví se jen jako blána. Ale nad vyvinutými orgány nabývá značné velikosti a mnohdy bizarní podoby, jejíž příčinou je způsob růstu cupuly.

Základem jejím je membrána limitans, vyloučená stěnou kanálku. Při popisu pohárku uvedli jsme, že sbíhá až na okrajové pásmo indifferentních buněk. Tu, nebo někdy i dříve se odchlipuje a probíhá v určité vzdálenosti nad pohárkem, úplně jej kryjíc, tak že jeho buňky nepřijdou do přímého styku s obsahem kanálku a také se zevnějškem. *Cupula terminalis* má v nejjednodušším stadiu asi následující podobu: Na spodní, k pohárku obrácené straně, je vrstva hmoty skoro pěnovité konsistence; vykazuje skoro vždy patrné, ač slabě, vrstvení jednak podélné, jednak, a to hlavně uprostřed, příčné. V této spodní části cupuly končí smyslové brvy. U některých cupul střední část spodní vrstvy bývá až kupkovitá a tak příčně proužkovaná, že činí dojem slepených brv. Je pravděpodobno, že tomu vskutku tak je. Brvy buněk ležících dále od středu směřují ke cupule šikmo, až horizontálně, a splývají s ní, přispívajíce snad takto k podélnému vrstvení. Na spod je cupula omezena ostře se barvící vrstvičkou. Nejvyšší vrstva cupuly se barví značně intensivně a činí dojem čistě kutikulární vrstvy. Dá se také ve většině případů sledovati až v samu limitans kanálku. V krajové části, kde se cupula ztenčuje ve zmíněnou odchlípenou limitans, je viděti, jak zvláště tady intensivně zbarvená spodní vrstvička se také přikládá k blankovitému okraji cupuly. Mezi nimi je dobře viděti podélné vrstvy. Nejvyšší, mající kutikulární charakter, není nikdy rovnou a hladkou; vždy tvoří různé záhyby a výstupky. Na těchto možno však pozorovati jistou pravidelnost. Sledujeme-li řezy cupulou, tu poznáme, že se nejprve nad středem jejím kutikulární vrstva složí ve dva záhyby. Tyto brzy horními okraji se sblíží a splynou se všech stran (obr. 39. b). Utvoří se tak dutinka, jež se ale brzy stlačuje a lumen její skoro mizí. V tomto případě se vsunula uzavřená část kutikulární vrstvy pod tuto samu. Hned na to se obyčejně nad stlačenou dutinkou opakuje podobný pochod. Ale často pozměněným způsobem. Nesplynou totiž horní okraje záhybů, nýbrž kutikulární vrstva uzavře dutinku na spodu, tak že vznikne jakoby miska s dvojitými stěnami, přisedající na kutikulární vrstvu (obr. 39. c, d.).

Tento pochod se může několikráte opakovati pod popsaným útvarem, tak že vrch cupuly konečně vypadá, jakoby na něm přisedalo několik misek do sebe vložených (obr. 39. e.). Zatím se též po stranách tvoří »vakuoly« podobné tomu, co jsme popsali jako první stadium růstu cupuly. Tím se zvětšuje hmota její, ale konsistence cupuly stává se vlastně porovitou, neboť vytvořené dutinky se značně zmenšují a nad nimi vznikají nové a nové. Jedná se tu asi o zvětšení povrchu při malé, pokud možno, váze cupuly. Srovnáme-li s ní útvary podobné ze sluchového aparátu, můžeme říci, že se složením dosti blíží cupulám ze sluchového aparátu mihule, jak je popsal STUDNIČKA (15). —

Rovněž bych se klonil k názoru, že cupula terminalis takovéhoto tvaru hlavně souvislostí s indifferentním epithelem je nejblíže příbuzna podobnému aparátu v Cortiho orgánu, jímž je membrána tectoria.

Pokud se týká vlastní substance cupuly, soudí STUDNIČKA (15), že se tu jedná o »extracellulární protoplasmu«. Dle něho »jedes (rozuměj Otosom) hat eine extrazelluläre protoplasmatische Anlage oder Grundlage und die betreffenden Gebilde sind wohl auch im fertigen Zustande bei weitem nicht so passiv und tot, wie man sich das, wenn auch nicht von allen, so doch von den meisten von ihnen vorzustellen pflegte«. Otolithy ze sluchového aparátu úhoře, jak se na některých svých preparátech jeví, upomínají svým barvením spíše na podobně se barvící kutikulární nebo i chitinovité substance a není snad nezbytno pro ně a jim blízce příbuzné *cupulae terminales* postranní čáry přijímati názor, že se tu nejedná o útvary »bei weitem nicht so passiv und tot«.

K doplnění všech složek smyslového orgánu postranní čáry dlužno uvésti ještě způsob, jakým se děje innervace jeho. Tato otázka byla zvláště v poslední době u smyslových orgánů důkladně propracována, jak po stránce anatomické četnými pracemi, zvláště americkými, tak histologicky. Zvláště po této stránce nemohu než potvrditi výsledky, k nimž se dospělo a nebudu se tudíž o otázce innervace ze široka rozepisovati. Pokud se týká nervů, jež postranní čáru spojují s centrálním nervstvem, je to t. zv. akusticko-faciální systém ve spojení s vagem a hlavně větví jeho — *Ramus lateralis*, jež toto

spojení obstarávají. O zjištění těchto fakt mají zásluhu hlav ně Američané. Jmenuji z mnohých na př.: Allise, Wilsona Bearda.

Rovněž histologicky tu pracovali četní badatelé, na př. Merkel, Retzius, Lénhóssek, Bunker, Kolmer, Heilig a j

Použito k účelu tomu jednak barvení methylenovou modř v nejrůznějších modifikacích a dále množství method impreg načních, z nichž k výsledkům nejspolehlivějším vede method Golgiho. Methody této (obr. 40.) a barvení polychromní me thylenovou modří (Unna) (obr. 41.), použil jsem též, vedle Ca jalovy methody a Apathyho.

Celkem se innervace jeví asi takto: Svazeček nervových vláken proráží tvrdý obal kanálku a vstupuje pod smyslov epithel. Pod středem pohárku se náhle stromečkovitě rozvět vuje. Nervová vlákna krátce pod membránou basilaris ztráce jí dřeňovou pochvu a vnikají mezi buňky pohárku. Neurofi brilly vystupují mezi podpůrnými buňkami až skoro k bas smyslových buněk; zde se košíčkovitě rozvětvují a objímaj větévkami svými buňku, aniž by s ní splývaly — tedy voln zakončení nervové. Podobně, jako Heilig (9) uvádí, na pre parátech chromostříbrnatých jeví se neurofibrilly jen po čá stech impregnovány; někdy najdeme černou nitku neurofibri lární pronikající mezi cylindrickými buňkami, jindy zase jd podél stěny hruštičkovité buňky, dosahujíc značně vysoko, b až skoro k jejímu konci. Pásmo pod basí smyslové buňky s mi rovněž jevilo značně resistentním oproti impregnaci. Na proti tomu methylenová modř zachycuje neurofibrilly stejno měrně. Jak Heilig uvádí, dle volného zakončení nervovéh jsou v orgánech postranní čáry sekundérní buňky smy slové, jež tedy druhotně vcházejí ve styk s nervem.

## Vnější pohárky.

Jak jsme již řekli, je pro vývoj postranní čáry charakte ristické to, že se zakládá v podobě volných vnějších pohárk na povrchu těla a teprve během dospívání ryby se ponořuj do kanálků. Neplatí to ovšem pro ryby, jež mají vnější po hárky po celý život — tak *Gobius, Gasterosteus* a j., jak již F E. Schultze popsal. U monté nacházíme právě ono přecho

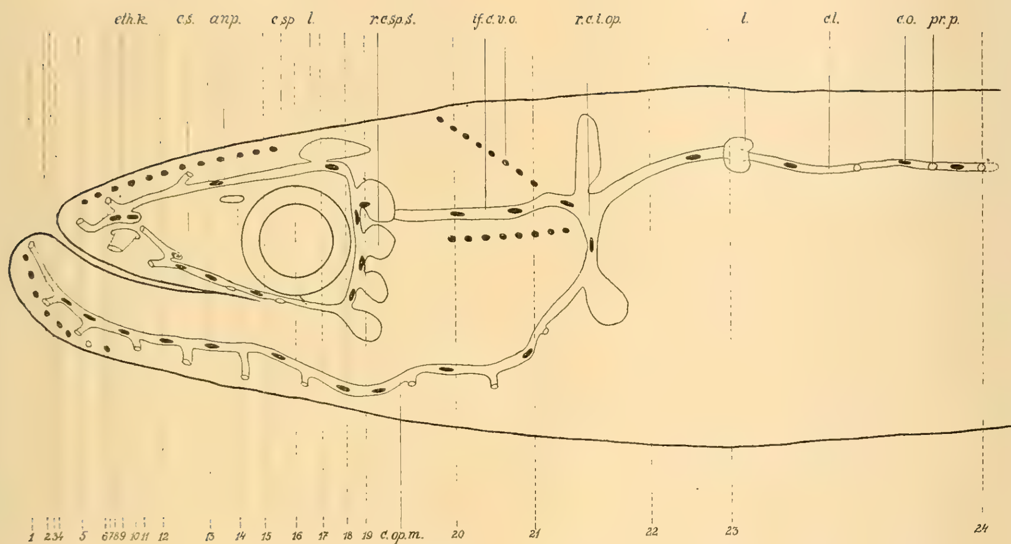
ní stadium, kde na hlavě jsou již dokonale vyvinuté kanálky, kdežto ve vlastní postranní čáře na těle jsou dosud volné pohárky.

K popisu hodí se nejlépe pohárek následující po vyústění kanálku na povrch těla, tedy směrem od hlavy první (obr. 42), jenž je největší.

V nejbližším okolí pohárku postrádá pokožka žlaznatých elementů, jež jinak jsou značné velikosti, zaujímajíce mnohdy i přes polovinu její výšky. Prohloubí se v ní široký zářez, o málo širší, než obnáší její výška. Takto utvořený prostor pak vyplňují buňky tvořící pohárek. — Především nápadné jsou tu buňky obalné, jdoucí od škáry a přikládající se k stěnám zářezu pokožkového; obloukovitě se sklánějí ku středu a končí ve výši ostatní pokožky; sbíhají se se všech stran, tvoříce svými konci obrubu kruhovitého otvůrku, jejž vyplňuje vlastní pohárek. Vhodně srovnává Kolmer (11) tvar a polohu těchto buněk, jakož i ostatních podpůrných elementů, zvláště při pokraji pohárku s tvarem a polohou listů cibule. Ve stadiích vývojových, jež můžeme nalézti zvláště na zadu těla, úplně podobných těm, které popsal Allis (1) u *Amia calva*, obalné buňky úplně přikrývají povrch pohárku. Ten vzniká z nejspodnějších vrstev pokožkových, které hraničí až na škáru. Protáhlé obalné buňky tvoří tedy nad vyvíjejícím se pohárkem uzavřený oblouček, jenž u nejmladších stadií jest ještě kryt vrstvami buněk pokožkových. Ve stadiích dalších vidíme, jak s mohutnícím pohárkem stoupá toto ohraničení k povrchu pokožky, zatlačujíc její buňky na strany, tak že konečně najdeme obrázek velmi podobný poslednímu stadiu, hotovému pohárku: svrchu popsaný zářez v pokožce, v něm pak vyvinutý pohárek, přikrytý protáhlými obalnými buňkami, jež se se stran obloukovitě nad ním sklánějí .Když se konečně obalné buňky nad středem rozestoupí, vynechávajíce mezi sebou prohlubinku, jejíž dno vyplní buňky vlastního pohárku, je tento hotov.

Pokud se pohárku samého týká, skládá se ze dvou hlavních elementů: cylindrických buněk podpůrných a hruštičkovitých smyslových. Tyto, v počtu asi 5—7, jsou hlavní součástí pohárku. Jak již řečeno, jsou tvaru hruškovitého, silnějším koncem obráceny směrem do vnitra pohárku. Zaujímají

o něco méně, než polovinu výšky jeho. Rozměry jejich: Délka asi 14 $\mu$, šířka 5 $\mu$ — znovu připomínám, že to platí pro největší vnější pohárky. Plasma jejich jeví strukturu jemně vláknitou, jak možno na některých preparátech pozorovati. Hlavně je to patrno na preparátech barvených Heidenhainovým haematoxylinem; je-li preparát differencován, pouze tak daleko, že též plasma podrží poněkud zabarvení, tu je jemná fibrillární struktura patrna. V dolní naduřelé části chovají hruštičkové buňky jádro tvaru dosti přesně kulovitého, o průměru skoro 4 $\mu$. Má vždy velmi zřetelně vystupující blánu jadernou, jež se intensivně barví. V zrnitém, poněkud jakoby vakuolisovaném obsahu jeho nacházíme vždy zřetelný nucleolus, barvící se velmi intensivně. Někdy se nám podaří zjistiti na horním pólu jádra zajímavý útvar: Najdeme tu v plasmě světlejší dvůrek, nebo častěji dva, přisedající přímo k jádru. Jsou kulovité podoby a chovají každý po jednom tmavém tělísku. To jeví se, obyčejně jen když je přítomen jeden dvůrek, jako jemný hrot, barvící se poněkud intensivněji, než okolní plasma i než jádro samo; je však velice jemný, tak že se snadno zamění s plasmatickými fibrillami buňky. Je tu tedy přítomen diplosom, jako v kanálkovém pohárku. Zmíněný hrot směřuje k hornímu konci buňky a zdá se vybíhati ve velice jemný výběžek, naznačující spojení se zvláštním aparátem, jejž nacházíme v horním, užším konci buňky, homologickým s basálním tělískem; je to tělísko barvící se haematoxylinem velmi intensivně, úplně černě. Má tvar asi válečkovitý, nebo snad spíše poněkud podobný tvaru smyslové buňky. Na horním konci, ležícím na samém okraji buňky, je jakoby terčkovitě rozšířeno, nebo objato tmavým prsténcem, jenž k okraji jeho těsně přiléhá. Pak se tělísko mírně zaškrcuje, aby hned na to se opět hruštičkovitě rozšířilo a končilo ostře zakulaceným koncem. Z tohoto konce zdá se opět vybíhati jemný hrot, nebo vlákénko, jež snad je součástí zmíněného spojení mezi jádrem a popsaným tělískem. Délka jeho je asi rovna nebo spíše větší průměru jádra, tedy asi 4—5 $\mu$, tloušťka málo přes 1 $\mu$. Podrobněji pojednati o poměrech těchto, jež potvrzují pozorování Kolmerova (11) a jiných, našli jsme příležitost při popisu smyslové buňky kanálkového pohárku. Zde uvádíme tolik to, co se jeví poněkud rozdílným od zmíněné buňky vnitřních




**Diagram, znázorňující průběh kanálků postranní čáry na hlavě mladého úhoříka.**

*pr. p.* — primární porus.
*c. o.* — kanálkový orgán smyslový.
*c. l.* — laterální kanálek.
*l.* — lakuna (»pouch«), připojující se ke kanálku.
*r. c. i. op.* — rozvětvení laterálního kanálku v infraorbitální a praeoperculo-mandibulární.
*v. o.* — vnější pohárky povrchových linií na hlavě.
*c op. m.* — kanálek praeoperculo-mandibulární.
*r. c. sp. s.* — rozvětvení kanálku infraorbitálního v supra- a suborbitální.
*c. sp.* — kanálek supraorbitální.
*a. n. p.* — zadní otvor čichový.
*c. s.* — kanálek suborbitální.
*eth. k.* — ethmoidální komůrka.
1—24. — číslované úsečky značí fotografované řezy uvedené pod týmiž číslicemi v tabulce.

pohárku. K povrchu se smyslové buňky súžují a přikládajíce se těsně k sobě, vystýlají spolu s horními konci podpůrných buněk dno zmíněné prohlubinky mezi konci buněk obalných.

Podpůrné buňky, druhá komponenta pohárku, jsou dosti dlouhé, sáhajíce od dna pohárku, tedy od škáry, až k povrchu. U vnějších pohárků jsou mnohdy dosti zprohýbány, přes to však rozeznáváme zvláště na pokraji, kde nepodléhají tlaku buněk smyslových, že základní tvar jejich je cylindrický. Přikládají se k smyslovým buňkám jak se stran, tak ze spodu vnikají do prostůrků mezi těmito buňkami zůstavšími, značně se mnohdy při tom zúžujíce. Na dolním konci se zúžují v krátký, tenký výběžek, jímž se upínají na škáru. Nevyplňují však vždy svými těly celou prostoru, již pokožka ponechává ku vytvoření pohárku, jen se stran kryjí smyslové buňky, tak že mezi sklánějícími se buňkami obalnými a vlastním pohárkem, tvořícím kompaktní těleso, vznikají kolem lakunovité dutiny. Patrně se tu pevnější dříve souvislost, na některých preparátech patrná, fixáží uvolnila. Za to pod smyslovými buňkami tvoří těla četných těchto buněk solidní podklad. Buňka podpůrná sama vyznačuje se plasmou struktury vláknité a to mnohem výrazněji vláknité, než jsme pozorovali u smyslové buňky. O významu této struktury zmínili jsme se dříve. V dolním konci, těsně nad zmíněným tenkým sloupkem, jímž se upínají ke škáře, chovají velké oválné jádro, jehož delší osa spadá přibližně do osy buňky. Jako u buňky smyslové má velmi zřetelnou, intensivně se barvící blánu a nucleolus a i jinak se podobá úplně jádru buňky smyslové. Zajímavé je chování se obou komponent pohárku k různým barvivům. Haematoxylin barví podpůrné buňky, cylindrické, temněji, než smyslové. To je patrno, mnohdy velice zřetelně, na preparátech barvených haematoxylinem, jak EHRLICHOVÝM, tak HEIDENHAINOVÝM. Při impregnacích stříbrem se rovněž někdy impregnují cylindrické buňky a to značně, že se jeví na preparátech jako černé pruhy. Opáčně se chovají však při barvení thérovými barvami, na př. gentiana-violetti methodou GRAMMOVOU. Violetí se zbarví smyslové buňky často velmi intensivně, kdežto buňky cylindrické barvu tuto snadno pouštějí a podržují pouze BISMARCKOVU hněď, jíž byl preparát dobarven. I tu se tedy chová vnější pohárek shodně s vnitřním. — Má-li

vnější pohárek rovněž nějaké smyslové brvy a podobné útvary, jež pozoroval F. E. Schultze (12) a jiní autoři u různých ryb a jež jsou tak význačné pro kanálkové smyslové orgány nepodařilo se mi zjistiti. Pozorování za živa nevedlo k cíli pro nepatrnost pohárků. Na fixovaných preparátech řezových jeví se tu a tam jakési stopy, jež by snad poukazovaly na to, že brvy smyslové byly při preparaci poškozeny nebo rozpuštěny; než jsou to zbytky tak nepatrné, že je těžko z nich tvořiti nějaké bezpečné závěry.

K doplnění obrazu vnějšího pohárku budiž uvedeno, že ke každému pohárku přistupuje větévka nervová, jdoucí mezi dorsálními a ventrálními svaly od *Ramus lateralis*. O podrobnostech innervace byla zmínka dříve.

## Topografie postranní čáry.

Průběh postranní čáry u *Murenidů* zpracoval E. P. Allis (2) v klassické monografii »The Lateral Sensory System in the Murendiae«, kde vytknul, jak základní schema topografie postranní čáry, tak i zvláštnosti jednotlivých zástupců se týkající. Proto omezím se tu na stručné načrtnutí průběhu postranní čáry, jež k vůli úplnosti vypustiti nelze.

Především, pokud se všeobecného schematu týká, jak bylo již popsáno u volného pohárku, oproti dospělému úhoři má monté pouze povrchové smyslové orgány podél těla a kanálek tu vůbec není vytvořen, ba ani založen. Teprve těsně u kořene prsní ploutve počíná kanálek, a to část kanálku laterálního. Jak z diagramu patrno, (obr. v textu), probíhá dosti vysoko dorsálně. Za sluchovým aparátem se složitým způsobem větví v hlavní kanálek infraorbitální, od něhož se těsně za okem odštěpují shora a z dola oko objímající kanálky supra- a suborbitální, a v kanálek praeoperculo-mandibulární. V celém systému postranní čáry je tedy celkem dvojí větvení původně jednoduchého kanálku a následkem toho jest dokonalé opatření hlavy smyslovými orgány postranní čáry takřka se všech stran. Zajímavou je přesná symmetrie, s jakou kanálky, jich vyústění a smyslové pohárky v nich umístěny po obou stranách hlavy a těla.

Podrobněji jeví se průběh postranní čáry na hlavě asi následovně:

Těsně za kořenem prsní ploutvičky počíná laterální kanálek. Je zajímavo, že nevyúsťuje vždy terminálně, jak jsme popsali při tvoření se laterálního kanálku, nýbrž mnohdy končí slepě v pokožce. Je těžko se prozatím o tomto faktu vysloviti, dokud není po ruce k srovnání materiál dospělejší, kde se přesně dá zjistiti postup tvoření se laterálního kanálku dále na těle. Jak již řečeno, probíhá tato část laterálního kanálku dosti vysoko posunuta k dorsální straně těla, v průběhu přibližně rovném. Lumen kanálku je tu značně úzké a kanálek sám je skoro vázán s pokožkou, probíhaje škárou těsně pod ní. Blízko před ploutví prsní nachází se první vyústění v podobě onoho primárního poru, jaký popisuje Allis: kanálek se přikládá k pokožce a splynuv s ní, otevře se na venek; po uzavření poru zase se kanálek odloučí od pokožky. Hned na to, asi 0·25 *mm* dále, najdeme první kanálkový pohárek. Je dosti nepatrných rozměrů, ale přes to má již čistý charakter kanálkových orgánů. A opět asi po 0·15 *mm* narážíme na druhé vyústění, velké, jež má rovněž podobu primárního poru o průměru 0·06 *mm*. Druhý pohárek je ve stejné vzdálenosti od druhého vyústění, jako první od prvého, totiž 0·25 *mm*. A po něm následuje třetí vyústění ve vzdálenosti asi 0·2 mm. Je dobře patrno z počtu vyústění — 3, a počtu pohárků — 2, jak skutečně se kanálek tvoří dle popisu Schultzeova a Allisova. Neboť ke každému pohárku příslušejí dvě vyústění; ovšem z nich prostřední je oběma pohárkům společné následkem splynutí dvou »short canals«. Kanálek probíhá nyní dosti hluboko v silné tela subcutanea. Teprve 0·75 *mm* za třetím vyústěním (sledujeme-li průběh od těla k hlavě) nachází se pohárek třetí, jenž je již značně velký, maje v delším průměru 0·12 *mm*. Brzy na to setkáváme se se zvláštním zjevem, jejž budeme míti příležitost v mnohem větší míře pozorovati dále při rozvětvování kanálku. Lumen jeho se totiž značně splošťuje a rozšiřuje napříč průběhu a rovnoběžně s povrchem těla. Celý kanálek vysunuje se na povrch škáry pod pokožku, kryt jsa svrchu jen slabou vrstvičkou epithelu. Dosahuje největší šířky asi 0·3 *mm* a činí dojem tenkostěnné epitheliální lakuny. Pak se v její dolní

části počnou ve stěně k vnitru hlavy přiléhající objevovati tuhé součástky obalů a začne se tu opět odškrcovati kanálek v typické své podobě. Dolní část stěny se totiž uzavře ve sploštilý kanálek a nad ním zůstane nad škárou ležící tenkostěnná lakuna, od kanálku oddělená. Je to ona »pouch«, o níž píše ALLIS (2). Čtvrtý pohárek objevuje se brzy na to; je to již v končinách kostí obalujících sluchový aparát a kostí, tvořících spodinu lebeční. Aparát sluchový svým vzrůstem zatlačuje pozvolna mohutnou vrstvu svalovou dolů pod sebe. Laterální kanálek probíhá po jejím povrchu a značně se splošťuje, jsa stlačován rostoucím sluchovým orgánem. V těchto místech se opět objeví nad kanálkem značně široká »pouch«, lakuna, s níž kanálek splyne. Děje se to způsobem stejným pro všecka podobná splynutí podkožních lakun s luminem kanálku, asi tak, jak je vyznačen obrázky 25. *a)* až *c)* z končiny nad okem.

Tuhé obaly kanálku se rozestoupí asi v místech závěsu; pak se kanálek rozestoupí a utvoří útvar, jaký podává obraz. Pak se celý postup opakuje obráceně, až se opět kanálek od lakuny oddělí. Než v tomto případě se děje tento pochod poněkud složitějším způsobem. V široké lakuně se totiž utvoří v nejdolejší její části a pak nahoře nové chrupavčité obaly pro dva kanálky, totiž horní, infraorbitální a dolní praeoperculo-mandibulární. Děje se tu tedy složitým způsobením rozvětvení kanálku. U dospělého úhoře, jakož i ostatních Murenidů vychází od tohoto místa rozvětvení ještě třetí vlastně kanálek, totiž křížová k o m m i s s u r a s u p r a t e m p o r á l n í, spojující kanálky obou stran hlavy. Ta u monté dosud úplně schází, jsouc pouze naznačena vysoko dorsálně zasahující lakunou. — V horním kanálku, infraorbitálním, objevuje se ještě před uzavřením jeho první pohárek a teprve dále se vlastní kanálek odštěpí od lakunovité rozšířeniny. Lakuna sama ještě se táhne ku předu kryjíc tak svrchu kanálek. Ten procházeje po otickém aparátu splývá s jeho kostmi velmi pevně. V přední partii tohoto aparátu shledáváme se skoro ve všech případech se zajímavým zjevem. Právě v místech, kde se počíná oddělovati ampulla sagittální polokružní chodby od recessus utriculi, nápadně se ztenčuje kost oddělující lumen kanálku od dutiny sluchové. Přepážka se na některých praepa

rátech zdá skoro jen vazivovou nebo chrupavčitou, jak se dá též dle barvení souditi (obr. 27.). Celé toto ztenčení činí dojem, jakoby tu byly zachovány poslední stopy nedávné snad ještě souvislosti postranní čáry se sluchovým aparátem. Vzpomeneme-li pak četných prací zabývajících se nejen příbuzností, ale přímou homologií obou orgánů, tak Beardových (4) a jmenovitě Wilsonových (16), jenž dokázal vznik jak postranní čáry, tak sluchového aparátu ze stejného ektodermálního základu, tu pravděpodobnost vyslovené domněnky zdá se nám tím větší; bylo by pak třeba potvrditi ji studií na larválním stadiu úhoře. — Druhý pohárek infraorbitálního kanálku nachází se před sluchovým aparátem a další, třetí, asi nad hranicí středního a zadního mozku. Největších rozměrů je tvoření lakun a splývání jich s kanálkem v končině těsně za okem. Zatím co kanálek probíhá podle velkého mozku, objeví se ve vazivové podkožní vrstvě čtyři velké lakuny, z nichž nejhořejší dosahují s obou stran skoro temena hlavy, ale nestýkají se, jak tomu je u dospělých ryb. Svalová vrstva, jež kryla kanálek, ustupuje rychle dolů. Nejprve splyne druhá od hořejška a třetí lakuna a to tak, že původní široká přepážka mezi nimi zůstane zachována a splynutí děje se pod ní. Podobně dále se děje splynutí ostatních dvou lakun s touto velkou prostřední a vzniknou tak ony lištny patrné na obr. 26. a), jež vystupují z vnější stěny splynulých lakun proti pohárkům. Krátce, po splynutí prostředních dvou lakun objevuje se v nejhořejší v jejím dolním konci pohárek. Kanálek uvolnil se zatím ze svého svazku s kostmi lebečními a sám ztrácí pevné součástky svých obalů; vstupuje pod přepážku mezi první (nejvyšší) a druhou lakunou a náhle s nimi splývá. Hned na to se pod lištnou, zbylou po přepážce objeví druhý pohárek, jenž je v bezprostřední souvislosti s pohárkem první lakuny. Zatím se objevily také pohárky pod lištnami mezi splynulými lakunami prostředními a nejdolejší s třetí. Jsou tedy v širokém luminu kolmo dolů sestupujícího kanálku — neboť tak jest rozuměti obrázku 26. a) a tak také se jeví průběh na diagramu — celkem čtyři velké pohárky podélně proříznuté. Pod nimi prochází vlastní stěna kanálku, kdežto protilehlá je tvořena stěnou lakun. V dalším postupu se nejvyšší dva pohárky s horní lakunou opět oddělí podobným,

ovšem obráceným způsobem, jako se dálo splynutí, a vzniká tak supraorbitální kanálek, o němž později.

Zbylá část dolní je suborbitální kanálek a přináleží mu dolní dva pohárky. Súžující se lumen ukazuje, že nabývá opět více směru parallelního s podélnou osou hlavy a tedy kolmého k směru řezů. Zatím zastihujeme již oko, pod nímž těsně kanálek probíhá, jsa dosti blízko povrchu. Nabývá také normálního malého lumina a vyúsťuje v některých případech primárním porem, někdy krátkou vyúsťovací větvičkou, dle toho, jak těsně pod pokožkou probíhá. Vyústění je široké asi 0·07 mm. Skoro pod předním okrajem oka se objevuje opět pohárek třetí v průběhu suborbitálního kanálku a brzy po něm opět vyústění také primárním porem, nacházejícím se asi pod zadní nasální aperturou, typickou pro Muraenidy. Kanálky všecky v těchto končinách, probíhajíce v okolí čichového aparátu značně zvětšují své lumen, jež se stává kruhovitým, nejsouc tak stlačováno okolními orgány a vstupují též hlouběji pod povrch. V suborbitálním kanálku potkáváme čtvrtý pohárek a později k němu příslušné vyústění zase přímo splynutím s pokožkou, jež je značně široké; a konečně pohárek pátý. Po tomto připojuje se k suborbitálnímu jiný, krátký kanálek, jenž má samostatné vyústění blíže konci hlavy a výše, než suborbitální sám. Tento krátký kanálek (viz na diagramu), připojuje se svrchu k němu jen docela na krátko a směrem do vnitra hlavy se zase odštěpuje a slepě končí. V tomto zakončení má pohárek. Na to suborbitální kanálek vyúsťuje za rourkou předního čichového otvoru v záhybu vytvořeném pyskovitým okrajem dutiny ústní.

Supraorbitální kanálek po svém odštěpení od infraorbitálního pokračuje v průběhu těsně nad okem. Zde ještě jsou stopy onoho složitého větvení, jak vidíme na obrázcích 25. a, b, c; odštěpuje se tu ještě jedna lakuna, celkem pátá, po třetím pohárku. Oba supraorbitální kanálky probíhajíce nad očima a mezi zadními vyústěními čichového aparátu jsou dosti blízko a vzdálenost jejich se ku špičce hlavy stále zmenšuje. Lumen mají dosti velké; nad čichovým aparátem je sploštilé a k laterální straně hlavy ostře protáhlé. S ubývajícími laloky čichového epithelu nabývá kanálek opět kruhovitého lumina. Pokud jsou v okolí oka mocněji vytvořeny kry-

cí lebeční kosti, tu probíhá v souvislosti s nimi, přikládaje se svými tvrdými obaly k jejich povrchu. Nad čichovým aparátem však souvislost tuto ztrácí, ale ne definitivně. Pohárky v supraorbitálním kanálku umístěny jsou následovně: První mocně vyvinutý s druhým pod ním ležícím nachází se hned v odvětvujícím se počátku kanálku. Následující třetí vytvořen jest nad okem před připojením se nejvyšší, páté lakuny. Čtvrtý následuje těsně za zadním otvorem čichovým (stále sledujeme směr ku špičce hlavy!) a brzy na to objevuje se první vyústění supraorbitálního kanálku. Kdežto jsme se dříve setkávali s vyústěním pomocí Allisových »primary pores«, zde již vyúsťuje kanálek krátkou větévkou, složení úplně podobného, jako kanálek sám. Je výsledkem hlubšího uložení kanálku v hlavě. V okolí předních otvorů čichových sbližují se oba supraorbitální kanálky tak dalece, že splynou; jejich splynutí je značně široké a leží na ethmoidu. Tvoří zvláštní, pro Muraenidy typickou komůrku, t. zv. e t h m o i d á l n í  k o m ů r k u, jež dle Allise (3) homologickou s mediánním kanálkem Selachií. Pro popis této části kanálku volme obrácený postup sledování, totiž od počátku hlavy do vnitra. Na příčných řezech, tam, kde zasáhnou již horní čelist, objeví se záhy po stranách nahoře vchlípení kanálků supraorbitálních. Sestupují do vnitra hlavy, odloučivše se od pokožky a značně se sbližují. Objevuje se v každém pohárek. Oba kanálky se přikládají k ethmoidu, probíhajíce těsně vedle sebe (obr. 7.). V těchto místech jsou zasaženy dvě široké vchlípeniny větévek vyúsťovacích, jež se blíží k oběma kanálkům (obr. 7.). Zatím tyto oba splynou, než na pohárcích je stále patrnou párovitost, ač tu již oba končí. Zároveň se ke splynulým kanálkům připojí obě větévky a vzniká tak široká ethmoidální komůrka, jak patrno z obrázku 9. Hned na to se od rohů komůrky oba kanálky zase oddělí, aby pokračovaly samostatně dále na hlavu. Komůrka sama se též předělí přepážkou a v každé polovině se vytvoří nový pohárek. Celá komůrka pak slepě končí. Celkem obsahuje tedy u monté supraorbitální kanálek šest smyslových orgánů a tři vyústění, počítajíc v to i terminální zakončení.

Praeoperculo-mandibulární kanálek má průběh nejjednodušší a nejpravidelnější ze všech dosud popsaných. Po svém

odvětvení od kanálku laterálního pod horizontální polokružnou chodbou sestupuje pozvolna dolů po praeoperculu, opustiv os mastoideum; v těchto místech chová první pohárek. Sestup děje se nejdříve pozvolna, jak tomu svědčí kruhovité lumen, pak obrací se náhle dolů a splývá opět s přední částí lakuny jej kryjící. Po té seběhnuv až na dolní okraj a konec kosti, má v kruhovitém normálním luminu druhý pohárek; za ním brzy následuje první vyústění tohoto kanálku. Kanálek probíhá tu těsně pod pokožkou a vyúsťuje přímo. Celkově je patrno, že kanálek sleduje ku předu se ohýbající dolní část praepercula a pak spodní okraj kostry dolní čelisti. Třetí pohárek leží již pod Meckelovou chrupavkou, základu to dolní čelisti. Ji obalující kosti — angulare a articulare — jsou dosud velice slabé. Spojení kanálku s čelistí však je ještě nezřetelné. Vyúsťuje po druhé jako předešle a vniká hlouběji; jeho spojení s dolním okrajem čelisti se stává užším. V těchto místech nachází se čtvrtý pohárek a brzy po něm následuje pátý, aniž by mezi nimi bylo vyústění. Pod zadní polovinou oka kanálek vyúsťuje po třetí větévkou vedoucí přímo k povrchu těla. Pod středem oka je šestý pohárek a pod zadním otvorem čichovým čtvrté vyústění. Sedmý pohárek a za ním následující pátá vyúsťující větévka leží pod přední polovinou čichového aparátu. Hned za vyúsťovací větvičkou následuje osmý pohárek a těsně po jeho vyústění (6.) pod zadním okrajem předního otvoru čichového devátý. Desátý a jedenáctý nacházejí se přímo pod připojením vyúsťovacích větévek 7. a 8. ke kanálku. Větvičky tyto jsou dosti dlouhé a směřují na stranu a ku předu, zvláště poslední; příčinou délky jejich je hluboká poloha kanálků uvnitř čelisti; její kosti, totiž (dentale) probíhají blízko u sebe a blíže dutině ústní. Na konci kostí těchto se kanálky od nich oddělují a vyúsťují na okraji dutiny ústní.

K postranní čáře počítají se též linie vnějších pohárků, nacházejících se na různých místech hlavy. Jsou to ony »pit organs«, jamkové orgány Allisovy (1), pojmenované dle toho, že jsou ponořeny do malých jamek, nedosahujíce ode dna pokožky až k jejímu povrchu. Tak najdeme takové linie hned na počátku spodní čelisti; procházejí pod kanálky operculo-mandibulárními, poněkud více laterálně. Ale pozů-

stávají jen z několika pohárků, asi osmi. Na horní čelisti jsou takové linie rovněž. Jdou poněkud stranou nad supraorbitálními kanálky.

Tyto linie jsou již poněkud delší, jdouce skoro od začátku horní čelisti až k oku, nad oběma otvory čichovými. Pohárky v obou následují za sebou asi po 0·08—0·1 *mm*. A konečně ještě dvě linie probíhají v okolí aparátu sluchového. Nižší, asi tak dlouhá, jako ona dolní čelisti, jde paralelně pod infraorbitálním kanálkem této části hlavy a druhá, jdoucí šikmo na zad od temene až nad kanálek. Tím je rozloha postranní čáry u monté vyčerpána.

Srovnáme-li poměry její s poměry Allisem (2) uvedenými pro Muraenidy a zvláště pro Congera, tu vidíme, že jsou skoro úplně shodné. Pouze z jednoduchosti a odchylek u monté uvedených jeví se postranní čára těchto rybek teprve ve svém vývoji. Co do počtu orgánů smyslových i základní rozlohy kanálků odchylek není, až na to, že u monté schází křížová supratemporální kommissura a také je méně oněch »pouches«, lakunovitých rozšířenin kanálku, jmenovitě operculo-mandibulárního a infraorbitálního.

---

## Literatura.

1. E. P. Allis, jr., The Anatomy and Development of the Lateral Line System in Amia calva. — Journal of Morphology 1889, Vol. II., str. 463.
2. — The Lateral Sensory System in the Muraenidae. — Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie 1903, Bd. XX., str. 125.
3. — The Latero-Sensory Canals and Related Bones in Fishes. Týž časopis, 1905, Bd. XX., str. 401.
4. Beard J., On the Segmental Sense organs of the lateral line, and on the Morphology of the Vertebrate Auditory organ. — Zoologischer Anzeiger 1884, str. 123. a 140.
5. — On the Cranial Ganglia and Segmental Sense Organs of Fishes. — Tutéž 1885.
6. Bodenstein E., Der Seitencanal von Cottus Gobio. — Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1882, Bd. XXXVII., str. 121.
7. Bunker, On the Structure of the Sensory Organs of the Lateral Line of Amiurus nebulosus. — Anatomischer Anzeiger, 1897, Bd. XIII.

8. Carrière J., Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis. — Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XXIV., str. 19.
8*a)* Fürst Carl, M., Haarzellen und Flimmerzellen. — Anat. Anz. Bd. 18. 1900, 190—203.
9. Heilig K., Zur Kenntnis der Seitenorgane von Fischen und Amphibien. — Archiv für Anatomie u. Physiologie, Anat. Abt. 1912, str. 117.
10. Hoffmann K. C., Zur Ontogenie der Knochenfische. — Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXIII., 1883.
11. Kolmer W., Über die Strukturen im Epithel der Sinnesorgane. — Anatomischer Anzeiger 1910, Bd. XXXVI., str. 281.
12. Schultze F. E.: Über die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. — Archiv für mikroskopische Anatomie, 1870, Bd. VI., str. 62.
13. Solger B., Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische. I. Die Seitenorgane der Chimaera. II. Die Seitenorgane der Selachier. — Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XVII., str. 458.
14. — III. Die Seitenorgane der Knochenfische. — Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XVII. u. XVIII., str. 364.
15. Studnička, Die Otoconien, Otolithen und Cupulae terminales im Gehörorgan von Ammocoetes und von Petromyzon. — Anatomischer Anzeiger, 1912.
16. Wilson H. V. and Mattoks J. E., The Lateral Sensory Anlage in the Salmon. — Anatomischer Anzeiger, 1897, Bd. XIII., str. 658.

## Výklad obrazců.

1—26. Fotografie jednotlivých důležitějších řezů ze serie barvené Heidenhainovým haematoxylinem a světlou zelení; 5 $\mu$ Zvětšení: 1—6, 11—24. 30krát, 7—10 100krát.

25. a, b, c. Postup splynutí kanálku supraorbitálního s podkožní lakunou nad okem. Fotografie z téže serie. Zvětšení 100krát.
26. a, b, c. Postup rozvětvení infraorbitálního kanálku v supra- a suborbitální v končině blízko za okem. Na 26. c) patrny 4 podkožní lakuny nad infraorbitálním kanálkem; 26. b) jich splývání; dolní oddělená část jest počátkem suborbitálního kanálku, 26. a) úplné splynutí. Další obrázek, vlastní rozvětvení, vynechán, ježto je značně podoben obr. 26. b); pouze přepážka je náhle širokou. Fotografie z téže serie, zvětšení 100krát.

27. Rudiment bývalého snad spojení infraorbitálního kanálku s dutinou sluchového aparátu (v levo), v podobě nápadného ztenčení stěny mezi oběma dutinami.

Fotografie z téže serie, zvětšení 300krát.

28. a)—d). Postup vchlipování laterálního kanálku. Zvětš. 460krát.

29. Průřez supraorbitálním kanálkem. Patrna vnitřní pevná vrstva epitheliální a jí objímající jemná. Zvětš. 950krát.

30. Příčný průřez kanálkovým orgánem Heidenhain. Zvětš. 1200krát.

30. Příčný průřez kanálkovým orgánem. Heidenhain. Patrna dvouvrstevnost smyslového epithelu. Zv. 700krát.

32. Okrajové buňky pohárku Heidenhain. Zvětš. 1880krát.

33. Cylindrické podpůrné buňky s fibrillární strukturou. Heidenhain. Zvětšení 1880krát.

34. Smyslové buňky s různě vytvářenou plasmou a s basálním tělískem. Heidenh. Zvětš. 1880krát.

35. Smyslová buňka s diplosomem a starším basálním tělískem. Heidehain. Zvětšení 1880krát.

36. Smyslová buňka s diplosomem. Apathyho impregnace. Zvětš. 1880krát.

37. Smyslová buňka s monosomem, vláknitou endoplasmou a basálním tělískem se spodinou brvy. Heidehain. Zvětšení 3600krát.

38. a) Smyslová buňka s basálním tělískem při zaostření na jeho dutý střed. Heidenhain. Zvětšení 1880krát. b) Smyslová buňka s kanálkem v endoplasmě.

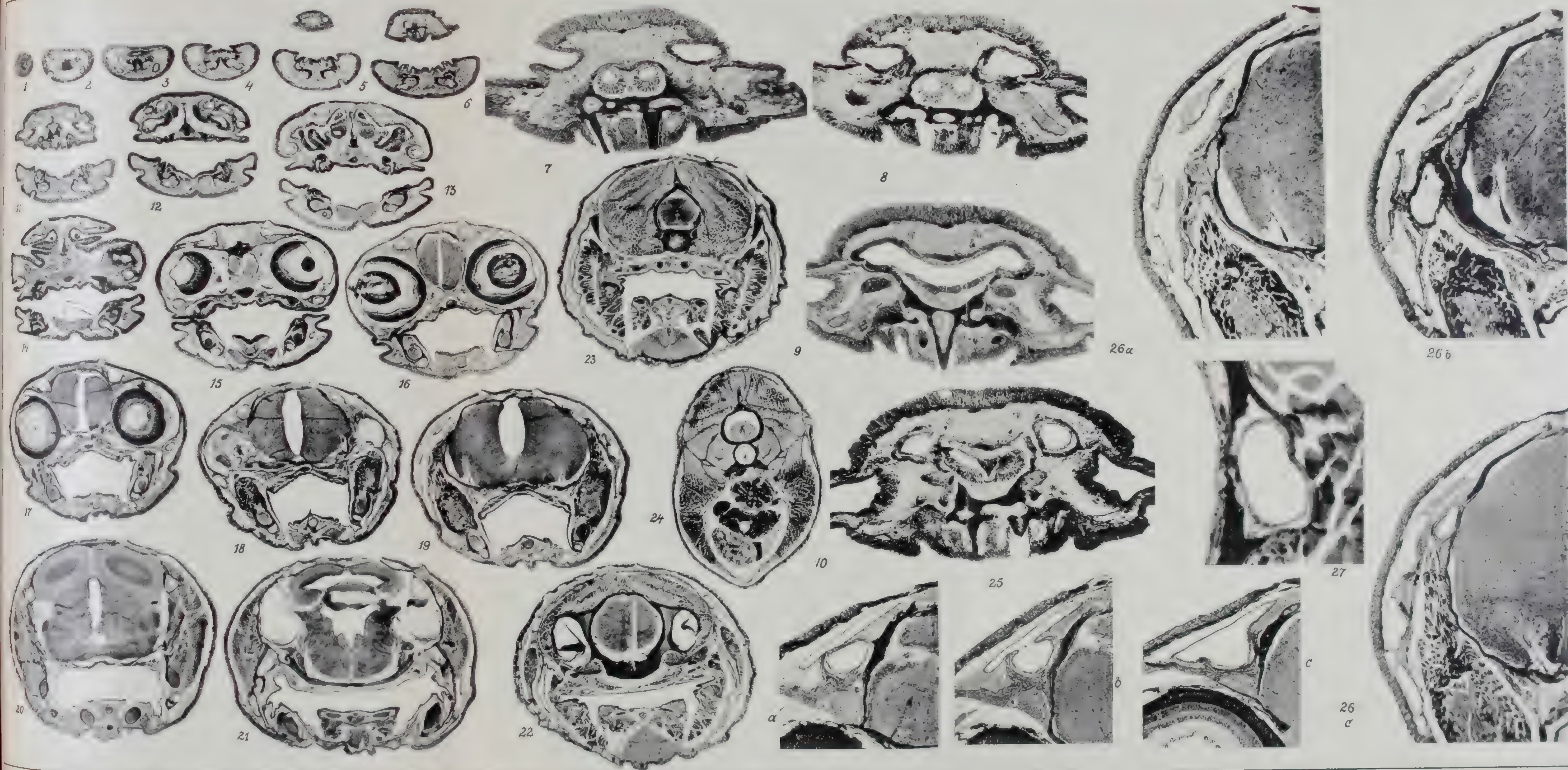
39. a)—e). Cupula terminalis v různých stadiích, a, b — gentianaviolett, c — Heidehain, d — polychromní methylenová modř, e — nejstarší stadium-brasilin. Zvětšení 1200krát.

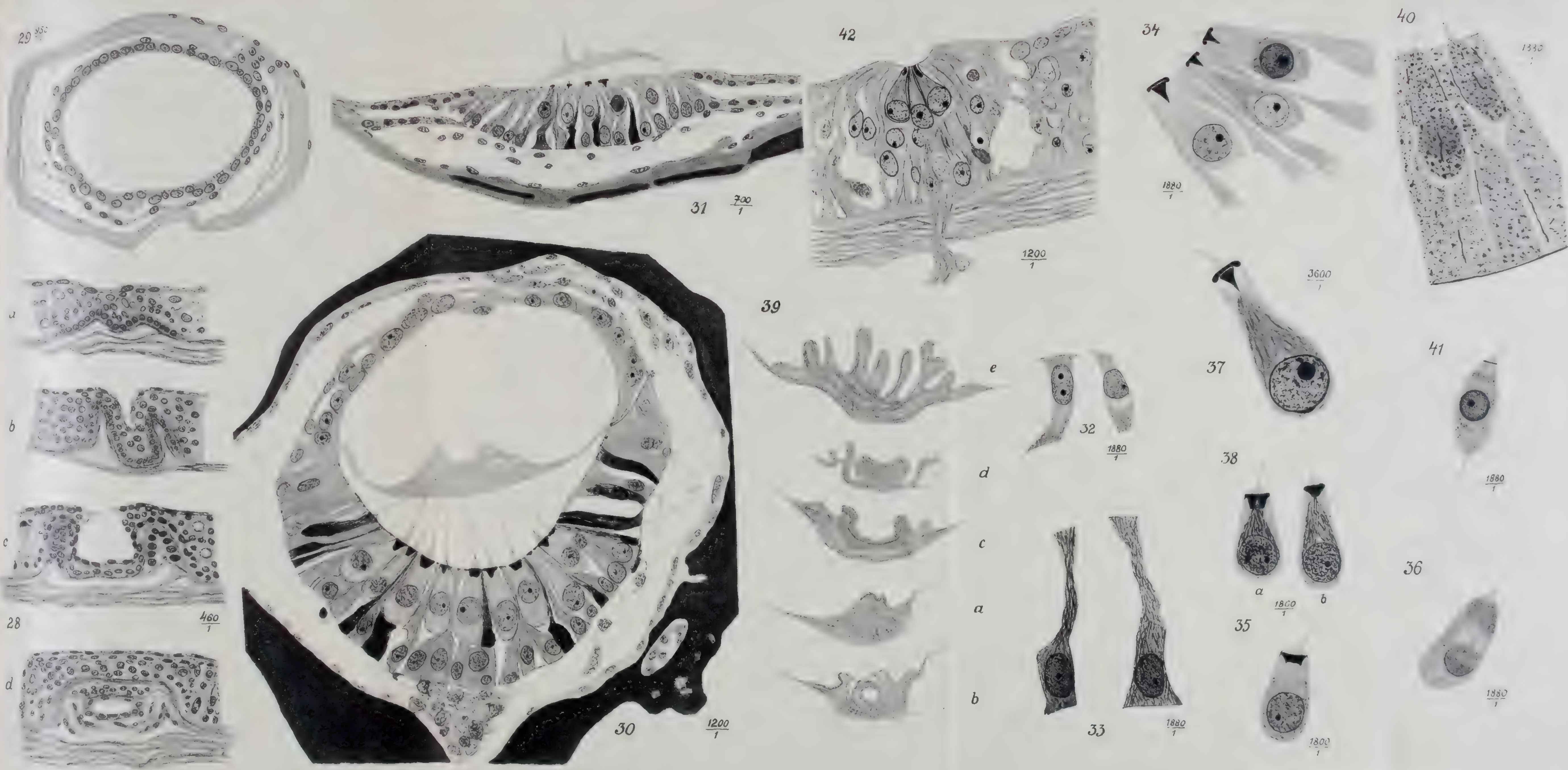
40. Neurofibrilly impregnované dle Golgiho. Zvětš. 1880krát.

41. Zakončení nervové. Methylen. modř. Zvětš. 1880krát.

42. Vnější pohárek. Heidenhain. Zvětš. 1200krát.

---


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26 a
26 b
26 c
27
a
b
c


29
31
42
34
40
1200/1
1880/1
3600/1
39
e
d
c
a
b
a
b
c
28
460/1
d
30
1200/1
32
1880/1
33
1880/1
37
41
1880/1
38
a
b
35
36
1880/1

O. John del.

II.

# Monografická studie o českých párožnatkách.

Napsal
dr. **Jan Vilhelm,**
profesor první české reálky v Praze na Novém městě.

(S 41 vyobrazeními v textu.)

Předloženo v sezení dne 21. listopadu 1913.

## Předmluva.

Své studie o parožnatkách českých předkládám veřejnosti po bedlivém a podrobném víceletém výzkumu.

Sporá, přirozená stanoviska tohoto zajímavého typu tajnosnubného rostlinstva v Čechách postupně v poslední době jedno po druhém mizejí rychle postupujícími a soustavně provozovanými melioračními a splavňovacími pracemi ve velkém rozsahu skoro ve všech českých krajinách, dále pak znečisťováním vod tekoucích i stojatých odpadky kanalisačními a továrními. Louže, tůně, příkopy a stružky na bažinných a rašelinných loukách, rybníčky, v nichž rostou ponejvíce parožnatky, v přítomné době se odvodňují a vysušují, neboť zemědělství hledí využitkovati každé pídě plodné půdy k účelům hospodářským. Proto hleděl jsem v práci své zachytiti ještě kus historie české flory tajnosnubné nejen z počátku tohoto, ale i z minulého století. Z toho důvodu neobmezil jsem se na parožnatky, jež jsem v nejposlednější době zjistil, nýbrž prostudoval jsem veškerý materiál mně přístupný z Čech. Materiál sbíral jsem sám na jednotlivých exkursích v různých končinách Čech, nebo soustavně prozkoumal jsem některé krajiny české.

K studiu mimo vlastní nálezy jsem použil zvláště cenné kollekce parožnatek, sbírané univ. prof. dr. J. Velenovským z jeho vlastního herbáře, herbáře Musea král. čes. a zbytku sušených parožnatek z výměného ústavu Opizova od zesnulého univ. prof. dr. Lad. Čelakovského. Laskavé ochoty a přízně k mému studiu obou svých universitních učitelů vděčně tu vzpomínám. Mimo to poskytli mi material český moji přátelé, pp.: univ. prof. dr. Kar. Domin, prof. dr. Jos. Podpěra, zesnulý prof. dr. Kar. Tocl, prof. Max Saska, asistenti botan. úst. univers. dr. K. Kavina a dr. G. Daněk (také za provedení habituelních fotografických snímků), asist. bot. úst. vys. šk. techn. dr. E. Baudyš, odbor. uč. Jos. Rohlena, MUDr. Nap. Radba, prof. Jan Roubal, JUC. Lad. Novák, prof. V. J. Štěpán, jimž vyslovuji na tomto místě svůj dík, rovněž děkuji p. dr. Edv. Bayerovi, kustodu botan. odd. Musea král. čes. za ochotné předložení veškerého materialu musejního k srovnávacímu studiu a za laskavé zaslání literatury prof. dr. Alfr. Ernstovi, řed. univers. botan. ústavu v Curychu, prof. dr. K. Giesenhagenovi v Mnichově, dru Leon. Formíggini v Padově a j. K mému výzkumu hmotně přispěla v prvnějších letech mého studia II. tř. České Akademie, Komitet pro výzkum Čech a přírodovědecký sbor Musea král. čes., za kteréž podpory vzdávám vřelý dík. —

Sbírání parožnatek není snadné a někdy potřebí k tomu mnoho osobní odvahy k lovení v hlubších vodách a mnohdy rovněž velké trpělivosti k méně snadnému praeparování a zvláště pak k namáhavému určování mikroskopickému získaného materialu. Z četných exkursí vracíval jsem se roztrpčen a zklamán, nenaleznuv ani jediné parožnatky, přesvědčiv se jen o nevyskytování se parožnatek v četných vodách českých. Bývalá proslulá naleziště polabská v dřívější době bohatá na parožnatky jsou již hodně ztenčená a některá stanoviska z doby Opizovy (Poděbradsko), Čelakovského (Oužice) jsou soustavným odvodněním úplně vymizelá. I v četných jiných vodách, v nichž měly by parožnatky příznivé podmínky životní, nenalezl jsem ani jediného jejich zástupce. Ve velkých rybnících, zvláště jihočeských, kořist byla poměrně malá, neboť tu výzkum provozovaný jednotlivcem jest nesmírně ob-

tížný. Předně nelze se mnohdy přiblížiti snadno k takové vodě, neboť zakazuje se chůze po loukách rybníky obklopujících, nepřístupné jest pak také močálovité pobřeží a zarostlé břehy rákosím, a nedostatek příhodného plavidla, z něhož by se mohlo loviti ve větších hloubkách, znemožňuje jednotlivci soustavný výzkum těchto vod.

Při spracování českých parožnatek prostudoval jsem nejen české formy, nýbrž také evropské a z jiných dílů světa, pokud jsem je získati nebo prohlédnouti mohl, zabývaje se současně s parožnatkami balkánskými. Přidržel jsem se částečně hlavního systematického rozdělení svého předchůdce ve spracování českých Characeí sv. p. z Leonhardi a jeho současníka Alex. Brauna, kteří dali základ k nynějšímu systematickému roztřídění parožnatek. Mimo to sledoval jsem rozčlenění forem většiny druhů dle prací monografa W. Miguly, ovšem nesdíleje mnohé jeho názory pro nevhodnost na naše poměry. Proto úplně samostatně jsem znovu spracoval roztřídění forem u některých druhů. Také popisy všech druhů jsou pořízené jen dle rostlin v Čechách se vyskytujících, takže diagnosy často se liší v mnohých znacích od popisů uveřejněných v jiných publikacích. Nových parožnatek pro Čechy uvádím 6: *Tolypella prolifera, Chara intermedia* a *Ch. delicatula,* z nově popsaných subspecií pak *Chara Hippelliana, Ch. pannonica* a *Ch. bohemica,* mimo velkou řadu nově popsaných a zjištěných forem v Čechách (všech celkem 107), nehledě k přečetným novým stanoviskům dosud málo známých druhů.

Mimo systematickým spracováním zabýval jsem se po několik let také studiem klíčení a vývojem parožnatek.

Svou práci rozvrhl jsem na dvě části. V první všeobecné části podávám krátký úvod k lepšímu porozumění části speciální. Část morfologicko-anatomická obsahuje stručný výklad rostliny parožnatkové dle vlastních pozorování a názorů nebo zrevidované udání dle současné literatury. V části literárně historické stručně poukázáno k literatuře o parožnatkách, pokud nebylo k ní přihlíženo ve spise Migulově a jeho předchůdců. V druhé části mimo zeměpisného rozšíření parožnatek v Čechách a speciální části předeslal jsem postup výzkumů v Čechách a floristický výzkum parožnatek českých,

jež jsou zároveň příspěvkem k historii botaniky v Čechách. V části systematické uvádím jen rostliny ze stanovisek, jež jsem sám mohl prostudovati, a jen v málo případech uvedeny rostliny ze stanovisek starších, důvěřuje udáním sv. p. z Leonhardi, Alex. Brauna a W. Miguly.

Všem, kteří mně poskytnutím materiálu nebo jinak radou a pomocí byli nápomocni, vzdávám vřelý dík!

V Praze v listopadu 1913.

**Spisovatel.**

I.

## Všeobecná část.

### 1. Část morfologicko-anatomická.

Parožnatky jsou vesměs rostliny vodní, jednoleté nebo vytrvalé. Obyčejně společně rostou na dně vod v řídkých nebo hustých trsech, často vyplňujíce hustým porostem velké plochy, jindy porůznu ojediněle splývají trsíčky jejich v mělkých i hlubších vodách sladkých, slaných i brakických. Jen dle zevní tvářnosti mohly by považovány býti za podobné některým vodním jevnosnubným rostlinám *(Hippuris, Myriophyllum, Ceratophyllum, Zanichellia, Najas)* nebo snad *Equisetum*. Jsou morfologicky nejdokonaleji organisovanou skupinou Thallophyt bez bližších vztahů k jiným skupinám těchto. Stélka jejich jest pravidelně rozlišena v pravé článkované rhizoidy a osy (lodyhy a větve) s neobmezeným vzrůstem, dále pak rozčleněna v listy vzrůstu obmezeného v pravidelných a střídavých přeslenech sestavené kolem lodyhy, na nichž jako na lodyze střídají se články s uzlinami. V uzlinách listů mohou vznikati opět listy druhého i dalších stupňů (lístky). Lodyžní články jsou buď jednotlivé nahé, rourkovité buňky nebo složeny jsou ze střední rourkovité buňky a z obalu tenkých spirálně točených rourek t. zv. okornatění. I listy mohou míti podobné okornatění. Parožnatky nemají rodozměny. Pohlavní rozmnožovací ústroje, lišící se zcela od ostatních rostlin mají dvoje, samčí antheridie a samičí oogonia (cystokarpy). Význačné jest pravidelné umístění těchto rozmnožovacích orgánů zvláště pro určité rody; u druhů jednodo-

most a dvoudomost jest stálá. Pohlavní rozmnožování děje se oplozením buňky vaječné v oogoniu pohyblivými spirálně stočenými, dvoubrvými spermatozoidy. Produkt pohlavní kopulace jest jednobuněčná spora (jádro). Výminkou jsou neznúrodněné, uzrávající však spory u *Chara canescens* (pravá parthenogenese). Jiné nepohlavní spory (gonidie, zoospory) nebyly dosud pozorovány. Rozmnožování vegetativní jest časté (bambulky, nahonohé větve, druhotné prvoklíčky). Z jádra nebo při vegetativním rozmnožování vzrůstá nejprve prvoklíček (prochara), první to vývojové stadium rostliny jako osa první a z této pak druhá osa — druhé stadium vývojové — vlastní rostlina parožnatková s rozmnožovacími orgány.

## A. Prvoklíček (prochara).

Jádro parožnatek klíčí dle druhů v různých měsících ročních. Mimo to jest doba klíčení parožnatek také závislá na stavu vody, osvětlení a na klimatických změnách lokality. Toho dokladem jsou mi jednak pozorování jistých druhů (*Chara fragilis, aspera a hispida)* na téže lokalitě v Polabí u Neratovic, jednak pokusy, jež jsem konal rovněž po několik let doma v aquariích pěstováním více druhů parožnatek z jader.

První klíčení jádra parožnatkového pozoroval jsem v únoru 1901 při studování herbářního materiálu. Byla to *Nitella gracilis* od Třeboně sbíraná v srpnu r. 1899, kterou rozpustil jsem v teplé vodě ve skleněných nádobkách. Opadané spory volně vznášely se na povrchu vodním a v několika málo dnech skoro všechny vyklíčily. Klíčivost jader u tohoto druhu Migula (l. c. Rabenhorst. Fl. Char. p. 165) pozoroval dokonce po 6ti letech. Klíčky vyvinuvše jen první přeslen listový veskrz zhynuly.

V roce 1903—4 pěstoval jsem chary polabské v aquariích a pozoroval jsem zvlášť klíčení *Chara hispida* jednak z jader, jednak z uzlin lodyžních. Soustavněji však sledoval jsem klíčení *Chara foetida, fragilis, aspera a hispida* v r. 1910—1913 na hojném materialu i za zrůznění teploty vody. Klíčením parožnatek zabývala se již celá řada botaniků: Vaucher, Kal-

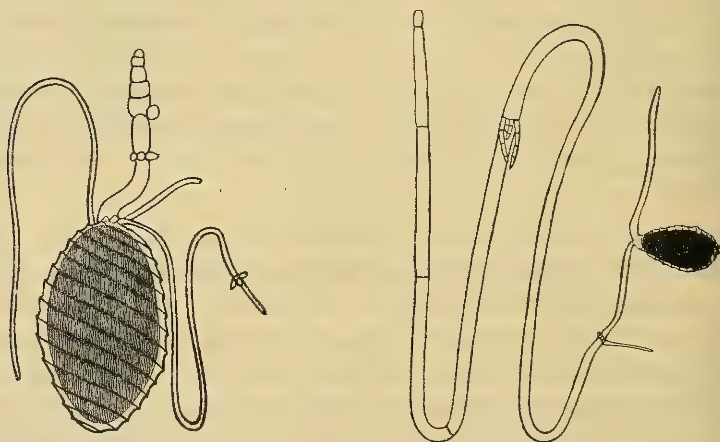
fuss, Bischoff, Pringsheim, A. Braun, Nordstedt, A. de Bary, částečně též Migula a Giesenhagen.

Pozorovaný průběh klíčení jader parožnatkových jest skoro na malé odchylky souhlasný u všech druhů.




Obr. 1. *Chara aspera.* Klíčení jádra (*j*), z něhož vyrůstá prvoklíček (*p*) a hlavní kořen prvoklíčku (*r*).

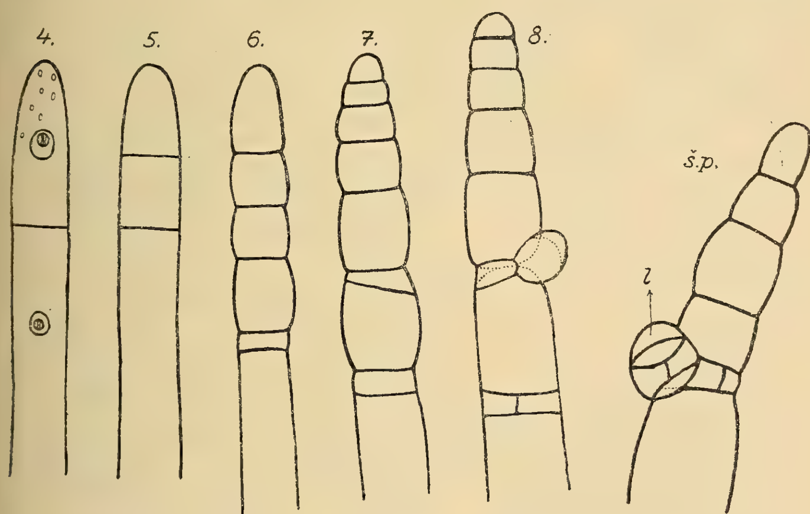
Po kratší nebo delší době odpočinku vnitřní obsah jádra skrytý v obalu neprůhledném rozdělí se ve 2 buňky, z nichž basální buňka obsahující hojně zásobních látek, analogická funkcí dělohám u jevnosnubných rostlin, zůstane uvnitř jádra a druhá, nazvaná první uzlinnou buňkou, roztrhne obal jádra a dělí se kolmou přehrádkou znova ve 2 buňky. Z těchto rychle vyrůstajících vláknitých buněk jedna obrací se geotropicky vzhůru svisle, druhá pak roste svisle nebo šikmo dolů. První z těchto buněk vyrůstá později v prvoklíček (procharu) a



Obr. 2.—3. *Chara aspera.* Další vývoj prvoklíčku a hlavního kořínku z jádra.

druhá v hlavní kořen prvoklíčku. Obě dále utvoří střídavě článkové a uzlinné buňky. První tyto uzlinné buňky na prvoklíčku a kořenu rozdělují se ve dvě buňky, jež oddělují další obvodové buňky dorůstající v přeslen zprvu vláknitých jednoduchých buněk rhizoidových. Tak vznikají kořínkové útvary bez chlorophyllu, čerpající dosud ze zásobních látek basální buňky jádra.

Prvoklíčková terminální buňka nad uzlinou rhizoidovou segmentuje dolů několik buněk, z nichž hoření tvoří t. zv. špičku prvoklíčku. Nejdolejší buňka z těchto šikmou přehrádkou rozdělí se nahoře v úzkou terčovitou buňku, jež jest východiskem vzrůstu vlastní rostliny parožnatkové, a v delší buňku článkovou později těsně pod vlastním přeslenem prvoklíčku, ve které lze již pozorovati první zrnka chlorophyllová. Terčovitá buňka vysune se na jedné straně poněkud z vlákna,




Obr. 4.—9. *Chara aspera.* Postupný vývoj prvoklíčku.

jež nám představuje dosavadní útvar prvoklíčku, a nabývá tvaru zevně kulovitého. Tato buňka jest uzlinnou ($k$) rozdělující se ve dvě buňky ($hl$, $hr$), z nichž vzniká přeslen prabuněk listů první uzliny prvoklíčku ($u_1$, $u_2$, $u_3$ atd.) a uvnitř zbytky dvou původních uzlinných buněk ($cl$, $cr$).

I zde platí vzorce pro vzrůst pupenu parožnatkového (dle vyobrazení) stanovené Giesenhagenem:

$$\begin{aligned} k &= hr + hl \\ &= cr + u_1 + u_3 + u_5 + u_7 + cl + u_2 + u_4 + u_6 + u_8 = \\ &= (cr + cl) + (u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + u_5 + u_6 + u_7 + u_8. \end{aligned}$$

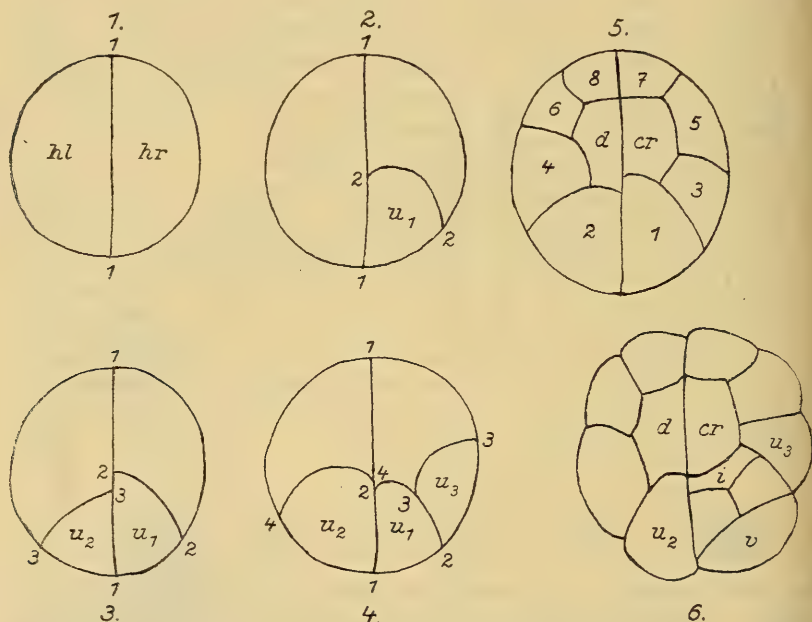
Dělení těchto dvou uzlinných buněk děje se značně urychleně a buňka na místě prvního listu $u_1$ v přední části ne-

vyroste jako ostatní v listy, nýbrž stává se vrcholovou buňkou pupenu ($V$) vlastní rostliny parožnatkové. Pak jest:

$$u_1 = V$$

Buňka ($V$) jest z počátku obstoupena rychle vzrůstajícími 2 prvními listy prvoklíčkového přeslenu po obou stranách. Tato vrcholová buňka pupenu dělí se dále dle vzorců:

$$V = v + g, \quad g = k + i,$$

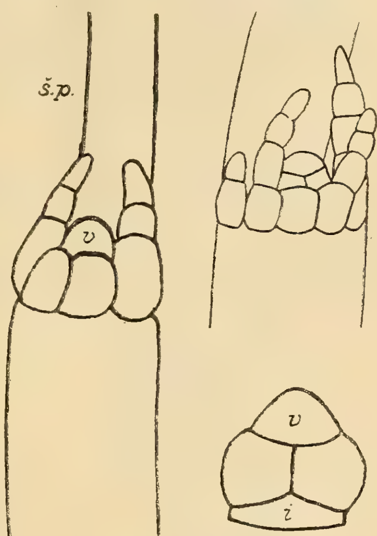



Obr. 10. *Chara aspera.* Vývoj přeslenu listového prvoklíčku a pupenu ($v$) vlastní rostliny z uzlinné buňky (1—6).

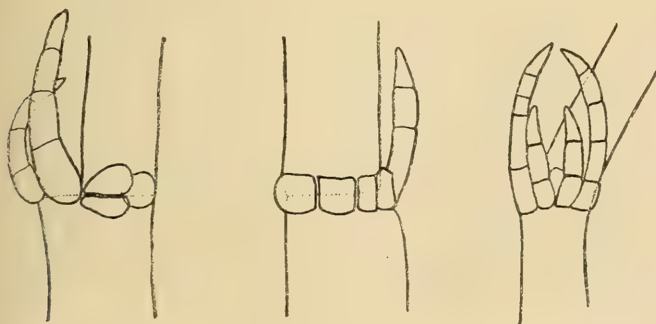
a nepatrná terčovitá článková buňka ($i$) zůstává skryta v uzlině prvoklíčkové, kdežto z basální uzliny pupenu ($k$) dalším dělením vznikají 2 buňky, z nichž vysunou se v předu mezi druhým ($u_2$) a třetím ($u_3$) listem, vzrůstající ve 2 listy prvoklíčkového přeslenu uzavírajíce pupen do středu mezi lístky a špičku prvoklíčkovou.

Přední listy prvoklíčku vyvinují se obyčejně v jednoduché vlákno složené ze 3—5 zelených buněk. Zajímavé jest, že zprvu, dokud nedoroste špička prvoklíčku rozdělená u *Nitell*

ve 2—3, u *Tolypell* a *Char* v 3—7, nejčastěji jen v 5 buněk mnohem silnějších a delších než u listů prvoklíčku, jest vývoj listů poznenáhlý. Špička prvoklíčku obstarává jako důležitý orgán výživy stavební látky pro vývoj listů prvoklíčkových a možno ji srovnati s funkcí prvních listů nadděložních u rostlin jevnosnubnych. Poslední buňka špičky prvoklíčkové má nejčastěji podlouhle kulovitý tvar na konci, ač také u téhož druhu možno pozorovati různé odchylky. Podobně i dokud nejsou značněji dorostlé listy prvoklíčku, jeví vrcholová buňka (pupen) poměrně malou činnost, očekávající silnější příliv stavebních látek z přeslenu listů prvoklíčových. Proto nelze na prvoklíčku snadno tento pupen pozorovati a zřejmé jsou jen listy, za nimiž a mezi špičkou prvoklíčkovou později neobyčejně rychle vyrůstá nová osa vlastní rostliny parožnatkové, dělící se pak dále v články a uzliny. Dobře dají se sledovati ve svém vývoji lístky prvoklíčkového přeslenu dle počtu jejich buněk a možno tak při větším srovnávacím materiálu přesně stanoviti postup dělení uzlinných buněk.



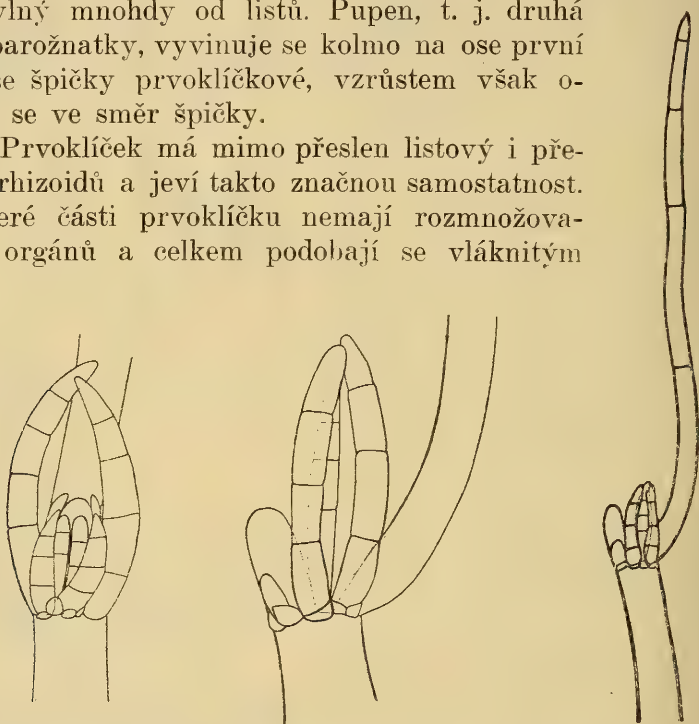

Obr. 11—13. *Chara aspera.* Přeslen listů prvoklíčku a pupen *v*; totéž v dalším vývoji; pupen prvoklíčku vyňatý ze strany.



Obr. 14—16. *Chara hispida.* Přeslen listů prvoklíčku z různých stran.

Prvoklíček parožnatek jest zakončen špičkou prvoklíčkovou, která jest pravidelně mohutněji vyvinuta než listy přeslenu prvoklíčkového i délkou svou často dosahuje až jedné třetiny celého prvoklíčku. I tvar zakončení této špičky jest odchylný mnohdy od listů. Pupen, t. j. druhá osa parožnatky, vyvinuje se kolmo na ose první z base špičky prvoklíčkové, vzrůstem však obrací se ve směr špičky.

Prvoklíček má mimo přeslen listový i přeslen rhizoidů a jeví takto značnou samostatnost. Veškeré části prvoklíčku nemají rozmnožovacích orgánů a celkem podobají se vláknitým

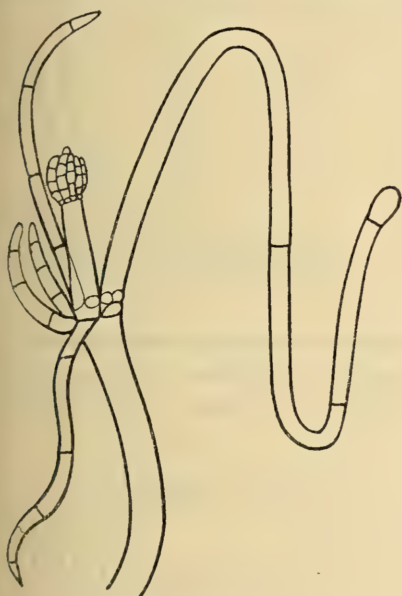


Obr. 17—19. *Chara hispida.* Přeslen listů prvoklíčku s pupenem a v posledním obraze se špičkou prvoklíčku.

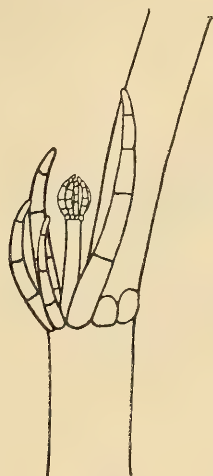
řasám zeleným, majíce však přesně rozlišené části své stélky v články a uzliny i přeslenovité útvary listové a kořínkové právě tak jako vlastní rostlina. Chceme-li si představiti předchůdce nynějších parožnatek v dávných dobách geologických, bylo by nutno přihlížeti nejvíce k tomuto prvoklíčku, který představuje vlastně prvotní útvar parožnatek a jest na velice malé odchylky společný skoro všem druhům. Rozmnožování takové rostliny podobné prvoklíčku v dávných dobách mohlo býti vegetativní (zoosporami*) jako dosud nacházíme u ze-

*) Tvoření zoospor pozoroval jsem ve špičce prvoklíčku, ale

lených řas (na př. Cladophora). Vlastní rostlina parožnatková vznikla dlouhým vývojem a zdokonalením, vytvořivši však rozmnožovací orgány zanechala asi rozmnožování vegetativního. Prodělaly-li ostatní rostliny tajnosnubné, nehledě ku jevnosnubným, tak značný rozvoj svých orgánů v době kratší než parožnatky, musíme předpokládati, že parožnatky se změ-



Obr. 20. *Chara hispida.* Přeslen listů prvoklíčku s prvním přeslenem vlastní rostliny a se špičkou prvoklíčku.



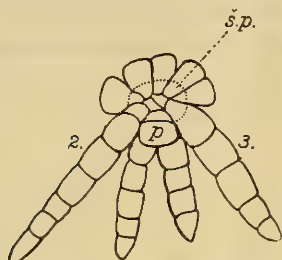
Obr. 21. *Chara hispida.* Přeslen listů prvoklíčku s prvním přeslenem vlastní rostliny v jiném stadiu vývoje.

nily již od pradávné doby a v prvoklíčku zachovaly původní pratvar parožnatkový.

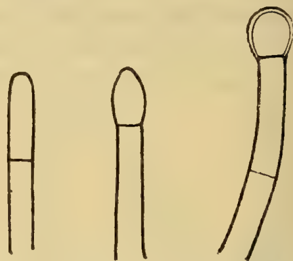
V prvoklíčku parožnatek druhdy spatřovali mnozí charologové první generaci, srovnávajíce parožnatky s ostatními tajnosnubnými, u nichž lze rozlišiti rodozměnu. Jiní opět srovnávali prvoklíček tento s protonematem mechů. Ale v obou případech nelze nalézti analogon, jež by se dalo vysvětliti nenuceně a správně. Proto nověji Migula (l. c. Rabenhorst. Fl. p. 7.) obrátil se proti staršímu názoru Alex.

po důkladném vyšetření byly to parasitičtí protisti dosud mi neznámého původu.

Brauna o dvou generacích u parožnatek i proti častému srovnávání parožnatek s mechy. Rovněž prý nemají parožnatky při klíčení žádné analogon mezi řasami. Velenovský (l. c.

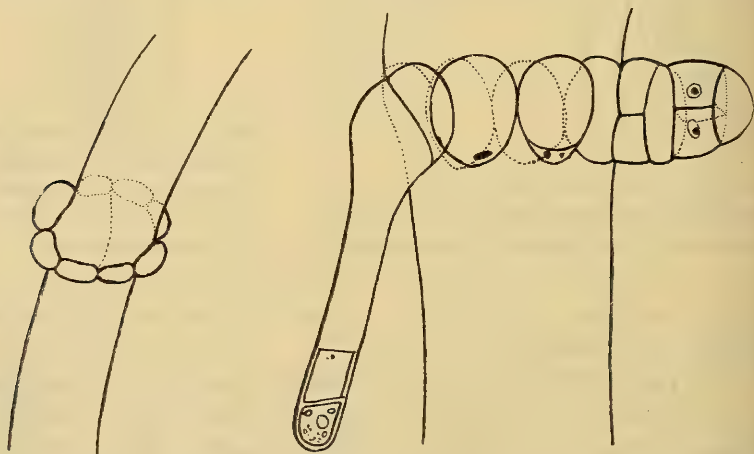



Obr. 22. *Chara hispida.* Listová uzlina prvoklíčku v řezu příčném (*p* pupen, *š. p.* špička prvoklíčku, 2. a 3. listy)



Obr. 23—25. *Chara hispida.* Různé zakončení špičky prvoklíčkové u téhož druhu.

Srovn. morf. I. p. 67.) porovnává prvoklíček char k první ose jevnosnubných (na př. oddenek) a vlastní rostlinu co osu druhou (na př. nadzemní lodyha). Týž dále praví, že připo-



Obr. 26—27. *Chara hispida.* Uzlina kořínková na prvoklíčku; další vývoj její.

míná zelený prvoklíček a hlavní kořínek klíčící embryo kapradin (na př. *Ceratopteris)* nebo možno ho srovnávati se sporogonem mechů s tím rozdílem, že prvoklíček i s definitivní rostlinou představuje nám rostlinu pohlavní a zároveň vý-

trusorodnou. S tímto názorem dlužno souhlasiti, neboť u parožnatek není vůbec rodozměny jako u mechů a cevnatých tajnosnubných, a z pohlavní spory vyroste prvoklíček a z tohoto vlastní rostlina s pohlavními orgány. Generace druhé nepohlavní, kterou můžeme sledovati na př. u mechů a cevnatých tajnosnubných u parožnatek nemáme a tudíž musíme považovati parožnatky za nižší typ Thallophyt než mechy. Generaci druhé mohla by odpovídati odpočívající spora. Za to generace první jest u parožnatek při své anatomické jednoduchosti lépe a mohutněji morfologicky vyvinuta než u výše organisovaných tajnosnubných.

Nejlépe vysvitne srovnávání homologických částí na přehledné tabulce:

| Parožnatky | Mechy | Cevnaté tajnosnubné |
|---|---|---|
| prvoklíček (prochara)<br>vlastní rostlina | lodyžka | prothallium |
| antheridium / cystokarp | antheridium / archegonium | antheridium / archegonium |
| spermatozoid / buňka vaječná | spermatozoid / buňka vaječná | spermatozoid / buňka vaječná |
| jádro | sporogon<br>tobolka | zárodek<br>rostlina vlastní<br>výtrusnice |
| | spora | spora |
| | protonema | |

Z kořínkové uzliny na prvoklíčku dělí se uzlinná buňka nejprve ve dvě buňky, jež pak oddělí obvodové buňky, z nichž vyrůstají pravidelně kořínková vlákna podobná kořínku hlavnímu nebo někdy prvoklíček právě tak jako z jádra.

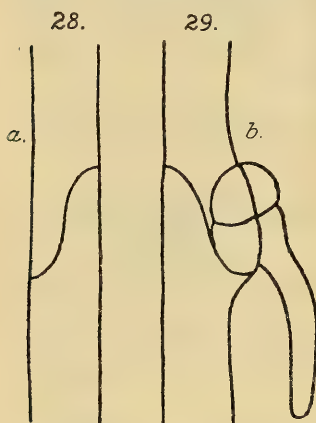
Poněvadž prvoklíček parožnatek není totožný s prvoklíčkem cevnatých tajnosnubných ani s protonematem mechů, zasluhuje zvláštního pojmenování prochara.

### B. Kořínky (rhizoidy).

Z vyklíčeného jádra první kořenová buňka vyrůstá svisle nebo šikmo dolů vedle prvoklíčku ve vlákno kořenové.

nezelené, jež dalším dělením vyvinuje se v silnější kořínek a slabší postranní kořínky.

Tyto útvary kořínkové liší se od prvoklíčku již na první pohled zbarvením postrádajíce chlorophyllu vůbec, pak směrem vzrůstu a zvláštním dělením vláknitých buněk, jejichž přehrádky nejsou ve vlákně příčné, nýbrž podoby S a jsou skoro k stěnám rovnoběžné. A. Braun přirovnával tyto ku dvěma nohám, jež svými chodidly obráceně byly k sobě položeny. Na špičce takového chodidla vzadu ležící částky buňky vzniká dalším dělením buněk dělící se uzlina, ze které postranní slabší kořínková vlákna vyrůstají a podobně se rozvětvují jako vlákno hlavního kořínku. Totéž zjistil jsem u všech pozorovaných prvoklíčků souhlasně, jak již Giesenhagen (l. c. Untersuchungen über die Characeen, Separ. p. 7.) uvádí u *Chara aspera* a tím opravuje tvrzení Migulovo (l. c. Rabenh. Fl. p. 9.), že z hoření buňky odpovídající patě chodidla vyrůstají postranní kořínky. Z jádra vyrůstá mnohdy nejen prvoklíček a hlavní kořínek, nýbrž i pozorovati můžeme častěji, že z uzliny kořínkové na prvoklíčku mimo vlákna kořínková ještě jeden prvoklíček se vyvine, z jádra pak rovněž vedle nejčastěji jednoho normálního prvoklíčku vyroste ještě druhý a z téže uzliny pak často vyvinují se ještě 2—3 kořínková vlákna obyčejně slabší než hlavní kořínek. Totéž udává také De Bary (l. c. Zur Keimungsgeschichte der Characeen). Tyto útvary vyvinují se zpravidla pozvolněji a bývají ve vzrůstu opozděny proti prvoklíčku a kořínku hlavnímu.



Obr. 28—29. *Chara hispida.* Vznik uzliny na hlavním kořínku.

Zvláštní útvary na kořínku možno pozorovati u jistých druhů, jež objevujíce se pravidelně i v určité podobě jsou důležitým znakem pro rozlišení systematické. Jsou to zvláště t. zv. bambulky (hlízky) na podzim se vyskytující u druhů v Čechách rostoucích (*Chara aspera, hispida, delicatula f. bulbifera*). Z těchto bambulek mohou se rostliny podobně jako

z jader v následující vegetační periodě vegetativně rozmnožovati. Podrobněji prostudoval GIESENHAGEN bambulky u *Chara aspera* a jiných druhů (l. c. Untersuchungen p. 63—73.) a j. Bambulky obyčejně bílé tvaru kulovitého jsou naplněny v zimě velkým množstvím škrobových zrnek, jež dle vyšetření GIESENHAGENOVÝCH ve všech případech jím ohledaných musí býti pokládány za modifikace nebo metamorfosy, určitých vegetativních orgánů. Obzvláštní tvar tvoří bambulky u *Tolypellopsis stelligera,* u kteréž vznikají krásné hvězdicovité útvary, jejichž složení a význam byl rovněž GIESENHAGENEM objasněn.

Z bambulek tvořících se na kořínkových vláknech rovněž i z napuchlých doleních lodyžních uzlin obsahujících množství zásobních látek, zejména škrobových zrnek, u druhů přezimujících vyvinují se podobné útvary prvoklíčkům, rozlišené PRINGSHEIMEM (l. c. Ueber die Vorkeime etc.) větevné prvoklíčky (Zweigvorkeime) a nahonohé větve (nacktfüssige Zweige).

Kořínková vlákna nelze ovšem srovnávati morfologicky s kořeny cevnatých rostlin, nýbrž jen s jejich funkcí fysiologickou (přijímání potravy) a mechanickou (upevnění rostliny na dně vod). Pro systematiku nemají významu, neboť jsou stejně jednoduše organisovány a nelze jich upotřebiti k rozlišení druhů. Může se souditi z jejich stejného tvaru u všech forem parožnatek, že uchovaly se v původní podobě z pratvaru parožnatek.

### C. Lodyha a listy.

Vrcholová buňka v uzlině prvoklíčkové, jež představuje vzrůstní bod, svým neobmezeným dělením dává vznik buňkám, z nichž později veškerá rostlina (osa druhá) vytvoří všechny své části. Tato vrcholová buňka (*V*) má podobu vypouklou a po vytvoření primitivních listů uzliny prvoklíčkové dělí se ve dvě buňky (mladou vrcholovou *v* a spodní *g*). Spodní odděluje dolů opět rovnovážnými přehrádkami dvě terčovité buňky, z nichž dolení (*i*) nedělící se dále, vzrůstá do délky a nazývá se článkovou a svrchní (*k*) uzlinnou. Článkové (internodialní) buňky náleží u některých druhů k nej-

většim buňkám v rostlinstvu vůbec, neboť bývají $^1/_2$—2 *mm* v průměru a dosahují délky 2—3 *dm*. Uzlinná (nodiální) dělí se ve dvě buňky, jež oddělí dále obvodové buňky, z nichž zase dalším dělením vznikají listy, okornatění, palistový věnec a pravidelné větve v úžlabí listů, případně i nahonohé větve a větevní prvoklíčky. Poněvadž vzrůst buněk uzlinných jest velice rychlý, jest přesné pozorování jednotlivých buněk se dělících v uzlině dosti obtížné.

Přesnější anatomii pupenu a uzlin, jako i jiné podrobnosti anatomické o okornatění a listech, podali zvláště Giesenhagen, A. Ernst a z jeho školy ještě Kuczewski, Nonweiler, Arthur Müller, Adolf Witt a Ctha. Sluiter.

Giesenhagenem (l. c. Untersuchungen etc., p. 59) stanoven zákon vzrůstu pupenu parožnatkového, od něhož nejsou dosud výjimky, tímto vzorcem:

$$V = (v + g)$$
$$= [v + (k + i)],$$

při čemž na pravé straně rovnice mladá vrcholová buňka označená $v$ dospívá zase v původní velké $V$ a dále obnoveným buněčným dělením

$$= (v + g_1) = [v + (k_1 + i_1)].$$

Vyvinutí celého pupenu z původní vrcholové buňky $V$ lze pak vyjádřiti vzorcem:

$$V = [v + (k_n + i_n) + (k_{n-1} + i_{n-1}) + \ldots\ldots + (k_1 + i_1) + (k + i)].$$

Všeobecně platný zákon o dělení pupenových uzlin parožnatek stanovil Giesenhagen tímto výrazem:

$$K = hr + hl$$
$$= (cr + u_1 + u_3 + \ldots + u_{2n-1}) + (cl + u_2 + u_4 + \ldots\ldots + u_{2n}),$$

při čemž $hr$ a $hl$ jsou druhotné uzlinné buňky, v něž se rozdělí původní uzlinná buňka, z nichž v uzlině dalším dělením vznikají obvodové buňky, označené $u_1$, $u_2$ atd. Z těchto buněk později vyvinují se listy, okornatění lodyžní, palistový věnec, pravidelné větve úžlabní; $cr$ a $cl$ jsou zbytky druhotných uzlinných buněk po oddělení buněk z jejich obvodu.

Zákon o dělení pupenových uzlin může býti vyjádřen jinak uspořádaným vzorcem:

$$K = (cr + cl) + (u_1 + u_2 + \ldots . u_{2n}).$$

Tak zvané listy parožnatek bývaly také nazývány větvemi přeslenovými (ramuli, folia nebo paprsky). V mnohých vztazích podobají se lodyze, ale také od ní se značně různí. Vyvinují se z obvodových buněk uzliny lodyžní ($u_1$, $u_2$ atd.) a tvoří přeslen kolem ní. Počet těchto listů bývá velice rozmanitý i u téhož druhu nebývá stálý, 6—15, často jen 7—8 listů v jednom přeslenu. U *Characeí* bývá jejich počet větší než u *Nitellaceí,* ale tu také počet pro jednotlivé druhy stálejší. Listy vyvinují se směrem basipetalním (na rozdíl od lodyh) a mají ukončený vzrůst. Buňky listu vzniklé z vrcholové buňky listové ($v'$) jsou jako u lodyhy střídavě článkové ($i$) a uzlinné ($k$).

Počet článků listu jest podle druhů dosti stálý, ale často na témže individuu nalezneme četné odchylky; na listech u *Nitell* bývá obyčejně 2—5, u *Char* 7—10 článků. Poslední jedna nebo více buněk listových nedělí se v článkovou a uzlinnou, takže uzlinné tu scházejí a článkové jsou jedna vedle druhé; nazývají se dohromady pak konečným článkem listovým. Buňky článkové listu se dále nerozmnožují jako u rodu *Chara* mají také okornatění na listech, jež vzniká z buněk, a z nich pak vyvinují se lístky (foliola) někdy i zvané postranními nebo paprsky druhého stupně. Některé druhy rodu *Chara* mají také okornatění na listech, jež vzniká z buněk basilární uzliny lístkové. Poslední buňky listu bez uzlin bývají skoro vždy neokornatěné.

Lístky u rodu *Chara* jsou vždy jednobuněčné a menší než listy, i počet jejich v uzlině bývá skrovnější než listů v přeslenu. U některých druhů bývají stejné délky (*Chara canescens),* jindy jsou nestejně dlouhé a pravidelně na vnitřní straně listu k lodyze obrácené vyznačují se větší délkou (*Ch. intermedia*). U jiných druhů zase na vnější straně listu zakrňují a jeví se jen jako mírně vyklenuté bradavky (*Ch. foetida).* V sterilních uzlinách lístkových nejčastěji nebývají vůbec vyvinuty (na př. sterilní *Ch. fragilis).* Délka lístků u některých druhů dle lokalit nebývá měnlivá a proto

dle délky lístků pak rozlišují se u některých druhů stálé formy (*Ch. fragilis, foetida, contraria*), u jiných však druhů na téže rostlině délka v různých přeslenech jest rozličná a nelze v těchto druhů použíti tohoto znaku k stanovení forem.

Lístky u rodu *Nitella* mívají méně článků a jsou poněkud jinak rozčleněny. U oddělení *Monarthrodactylae* bývají listy jen jednou dělené a mají toliko jen jednu lístkovou uzlinu, 1—3 lístky jsou jednobuněčné. U oddělení *Diarthrodactylae* jsou listy vícekrát vidličnatě dělené (1—3 uzliny) a konečné lístky 2—3buněčné. List prvního stupně vytvoří z uzliny 3—4 lístky v přeslenu, jež opětně ještě třeba dvakrát podobně se rozčleňují. Sterilní listy nejčastěji jsou u *Nitell* jednoduché a nedělené do druhého a třetího stupně, kdežto v plodonosných přeslenech listy jsou vždy hojněji rozvětvené.

U rodu *Tolypella* mívají listy více článků, jsou buď nedělené, jednoduché a bez článků (*T. glomerata*) nebo vícekrát dělené t. j. lístky mají zase uzliny, z nich pak vznikají lístky druhého stupně (*T. prolifera*).

Vývoj listu všeobecně dá se znázorniti těmito vzorci:

$$u = v' + g'$$
$$g' = k' + i'.$$

Z lodyžních uzlin v úžlabí prvního někdy i druhého listu (*u Nitell*) vyrůstají pravidelné větve, jež jsou rovnocenny v celém svém dalším vývoji lodyhám. Z basilární uzlinné buňky listu oddělí se na vnitřní straně buňka, jež má vzrůst jako vrcholová buňka lodyhy. Těmito větvemi stávají se rostliny často hustě křovité.

Palistový věnec u našich parožnatek rodu *Chara* vyskytuje se buď jednoduchý (*Haplostephanae)* nebo dvojitý (*Diplostephanae)*, výminečně trojitý *(Chara ceratophylla)* a jest složen z jednobuněčných lístků klínovitého tvaru, jichž bývá u jednoduchého věnce stejný počet jako listů v přeslenu a u dvojitého dvojnásobný. U jednoduchého věnce jsou palisty střídavé s listy přeslenu a vzhůru jako listy obrácené, u dvojitého věnce hoření palisty směřují vzhůru, doleního kruhu pak dolů jsou k lodyze sehnuty a bývají vždy dva páry pod jedním listem. Při trojitém věnci prostřední kruh mívá jen palisty nepatrně vyvinuté, jen jako malé hrboulky málo vy-

čnívající. Palistový věnec jest důležitým znakem systematickým a u druhů některých vyskytují se stálé zvláštní formy s mohutně vyvinutým nebo zakrnělým palistovým věncem. Vývoj tohoto palistového věnce vyšetřovala v poslední době škola Ernstova a soudí souhlasně, že nutno pohlížeti na palisty jako na listy rovnocenné korovým lalokům, poněvadž jejich původ hledati dlužno v obvodových buňkách uzliny listové. Hoření palist vyrostl z vrcholové buňky (označované v") a může býti označen jako lístek 2. stupně, dolení palist rovnal by se lístku 3. stupně, jehož původ jest stejný jako korových laloků z obvodové buňky uzliny, buňky označované $u''_1$.

Okornatění lodyhy a listů vyskytuje se u většiny druhů rodu *Chara* a jest důležitým systematickým znakem k rozlišení druhů. Jest to zvláštní obal buněčný (kůra) kolem článků lodyh a listů. Buňky okornatění jsou dvoje, jedny dlouhé, protáhlé odpovídající článkovým buňkám, druhé krátké, hranaté neb kulovité odpovídající uzlinným buňkám, na nichž u některých druhů nebo forem vyrůstá jeden nebo více jednobuněčných ostnů, palistům nebo lístkům podobných.

Lodyžní okornatění vzniká v basilární uzlině listů. Z každé lodyžní uzliny (mimo prvního listu) rostou na obě strany tyto korové laloky jeden směrem vzhůru k přeslenu nejblíže vyššímu, druhý zase dolů k přeslenu dolejšímu. Tím se stává, že se setkají asi uprostřed článku lodyžního dvoje proti sobě rostoucí laloky, jež do sebe střídavě zapadnou. Počet korových laloků, jež proti sobě rostou, jest nestejný a podmíněn různým počtem listů v sousedních přeslenech, mimo to i zmenšen bývá pravidelnými větvemi. Tyto nepravidelnosti nepůsobí však na celkové okornatění lodyhy a nevzniká při setkání se korových laloků skoro nikdy žádná mezera. Buňky článkové v okornatění lodyhy jsou rourkovité, protáhlé a dále se nemnoží, kdežto s nimi se střídající uzlinné rozdělují se u oddělení *Charae triplostichae* ve tři buňky, z nichž prostřední jest malá a spojuje dvě dlouhé buňky článkové, s nimiž tvoří t. zv. hlavní žebro. Dvě postranní buňky vzniklé z uzlinné buňky při vzrůstu lodyžního článku rovněž se protahují a vsunou se mezi původní článkové buňky. Asi uprostřed člán-

kové buňky hlavního žebra stýkají se tyto dvě buňky a v souvislosti tvoří t. zv. vedlejší žebra. Počet všech žeber v okornatění bývá větší než dvojnásobný počet listů v přeslenu a menší než trojnásobný. U oddělení *Charae diplostichae* zasahují do sebe vždy dvě vedle sebe ležící žebra vedlejší a vytvoří jen jedno vedlejší žebro mezi dvěma hlavními, počet pak všech žeber v okornatění bývá asi dvojnásobný počtu listů v přeslenu. V oddělení *Charae haplostichae* postranní buňky vzniklé z uzlinné zakrňují, takže vedlejší žebra se nevyvinují a počet všech žeber odpovídá přibližně počtu listu v přeslenu. Žebra hlavní a vedlejší mohou býti asi stejně tlustá (*Ch. fragilis*) nebo hlavní žebra vynikají jako hrany nad vedlejší, jež jsou jako rýhy (*Charae tylacanthae*), nebo konečně naopak hlavní žebra jsou vpadlá a vedlejší vyniklá (*Charae aulacanthae*). Poměry tyto žeber na okornatění zavedené A. Braunem a Leonhardim jsou dodnes důležitými rozlišovacími znaky v systematice parožnatek. Přihlíží-li se ke skutečnosti při zpracování rozsáhlejšího materiálu, jeví se často četné nepravidelnosti a zvláště na sušených rostlinách nesnadno dají se pravé poměry okornatění vyšetřiti, neboť sesycháním i lisováním mění se poloha žeber. Inkrustace vápnem vadí také k rychlé orientaci a tu nutno odstraniti tuto kyselinou. Poněvadž dosud neznáme lepších a markantnějších znaků při rozlišování druhů rodu *Chara*, proto rozdělení Braunovo má i pro nynější systematiku značný význam.

Uzlinná buňka hlavního žebra na okornatění vyvine dalším dělením u některých druhů nejen vedlejší žebra, nýbrž dělí se ještě rovnoběžnou přehrádkou k povrchu lodyhy a vnější pak buňka vystupuje nad uzlinnou původní buňkou jako hrboulek nebo bradavka, nebo jednobuněčný osten různé velikosti podobný lístkům palistového věnce nebo lístkům v uzlinách listu. Takový osten bývá jen jeden nebo jich více pohromadě v chomáčkách nejčastěji pak 2—3, zřídka více. Dle těchto ostnů poznají se snadno hlavní žebra. I směr těchto ostnů, jsou-li delší, jest zajímavý, neboť dle směru vzrůstu okornatění bývají namířeny buď dolů neb vzhůru. U některých druhů jsou ostny, zvláště jejich tvar a množství charakteristickým stálým znakem druhovým. Velikost, zvláště rozměr délky bývá však pro stálé formy u většiny druhů také kon-

stantním, jindy u forem jen vzrůstových však proměnlivým (*Ch. hispida*.)

Laloky okornatění jsou tedy morfologicky homologické listům v přeslenu, tvoříce jako tyto střídavě článkovou a uzlinnou buňku, z které vyrůstají útvary lístkům podobné.

Někdy roste okornatění rychleji než článek lodyžní a tu se okornatění uvolňuje a kličkovitě zkroutí a zprohýbá. Zvláště tento úkaz se vyskytuje u *Chara hispida* zhusta na starších individuích. U některých druhů tento zjev jest však typickým pro určitou formu a ji charakterisující (*Ch. fragilis f. pseudacantha*).

Podobně jako na lodyžních článcích, tak i na listech nacházíme těsně přilehlé okornatění, jež jest podstatně stejné jako na lodyhách. Všeobecně možno pozorovati, že při dalším rozčleňování vždy více ubývá složitosti u parožnatky a právě tak kornatění listu jest jednodušší, složené jen z jednoduchých, protáhlých buněk, jež z protilehlých uzlin lístkových proti sobě vzrostou. Uzlinné buňky na okornatění listů nejsou vyvinuty. Buňky okornatění listového vznikají z basilární uzliny lístkové.

Uzlinné buňky listu jsou kulaté, terčovité a netvoří jako v lodyžních uzlinách ve středu dvě buňky, nýbrž zůstává uprostřed jen jedna ($u'$), jež oddělivši několik málo obvodových buněk dále se již nedělí ($c'$). Vyjádřeno vzorcem:

$$k' = c' + u'_n.$$

Tyto obvodové buňky ($u'$) dělí se v článkové a uzlinné dle vzorce:

$$u' = v'' + g''.$$

Buňka $v''$ vzroste přímo v t. zv. lístek, nebo je-li tento zakrnělý v bradavkovitou buňku (u některých druhů zvláště na straně vnější). Buňka $g''$ dělí se opětně v uzlinnou a článkovou dle vzorce:

$$g'' = k'' + i''.$$

První článková buňka lístku $i''$ zůstává v uzlině lístkové skryta a dále se nedělí, kdežto buňky basilární uzliny lístkové $k''$ vytvoří po 4 obvodových buňkách ($u''$), jež netvoří uza-

vřený kruh kolem zbytku původní buňky ($c''$), z které vznikly. Tyto buňky $u''$ vyrůstají vždy 2 vzhůru a 2 dolů jako buňky okornatění listového.*)



Obr. 30. *Chara hispida* z tůně podle sev. dráhy u Všetat. Napuchlé uzliny lodyžní a bambulky na lodyze a rhizoidech.

Okornatění listů jest typické pro určité druhy rodu *Chara,* podobně při jistých formách počet článků okornatěných na listech bývá stálý. Výminkou z českých parožnatek jest *Chara Braunii* nemající vůbec žádného okornatění na

*) Příslušné obrázky mnohokráte opakované u různých druhů jsou v pracích GIESENHAGENOVÝCH a dissertacích školy ERNSTOVY.

listech a lodyhách. Zvláštním také zjevem jest nepravidelné okornatění listů u řady forem paragymnophyllae druhu *Chara foetida, Ch. gymnophylla, Ch. Hippelliana* atd.

Okornatění lodyh a listů u parožnatek sesiluje a stužuje rostlinu a tak chrání před zhoubnými vlivy mechanickými.

Na podzim vytrvalé parožnatky shromažďují zásobní látky (na př. škrob a j.) v buňkách lodyžních uzlin nebo v rhizoidech. Z takových pak uzlin na jaře z úžlabí přeslenovitých listů vyrůstají PRINGSHEIMEM popsané větve dvojího druhu, jež rozmnožují rostliny vegetativním způsobem. Prvním druhem jsou t. zv. nahonohé větve, jež vznikají z libovolných buněk uzliny lodyžní jako obyčejné větve, jimž však schází zcela nebo částečně okornatění. Je-li však vyvinuto, tu laloky korové nespojují se a neobalují článek, nýbrž nesrostlé rostou volně odchylujíce se od lodyhy jako listy. Druhý druh jsou větevní prvoklíčky, jež celkem podobají se klíčící rostlince z jádra, vyrůstajíce však také ze starých lodyžních uzlin nebo z bambulek, rhizoidových kloubů, rhizoidových uzlin prvoklíčku atd.

## D. Rozmnožovací ústroje.

Pohlavní rozmnožovací ústroje samčí (antheridium) a samičí (sporogon, oogonium, sporophyada, cystokarp) jsou svým tvarem i funkcí ostře rozlišené. Antheridie celkem u všech druhů jsou si podobné, liší se jen velikostí, cystokarpy jsou však poněkud odchylné zvláště u obou čeledí i částečně u jednotlivých druhů. Všeobecně nacházejí se rozmnožovací ústroje na uzlinách listů nebo na dalším jejich rozčlenění — lístcích — mnohdy do více stupňů provedeném. U *Nitell* zastupuje antheridium jaksi konečný segment listu nebo lístku, neboť vyrůstá terminálně a má kolem sebe vidličnaté lístky, cystokarpy (1—5) jsou tu pak pod antheridiem směřujíce korunkou dolů. Podobně u *Tolypell* jsou antheridie terminálně umístěny na lístcích nejdolejší uzliny listu. v úžlabí listu a na přídatných listech vyrůstajících z basilární uzliny listové, cystokarpy pak kolem obklopují antheridium. Opačný poměr v postavení těchto ústrojů jest u *Char*. Antheridie jsou na vnitřní straně uzlin listových na místě lístků a

nad nimi jsou pak cystokarpy v úžlabí lístků, obyčejně v jedné uzlině vždy po jednom antheridiu a cystokarpu, zřídka jich bývá po dvou, vzácně pak více.

Na obou ústrojích rozmnožovacích možno pozorovati analogon jejich vývoje s vývojem vegetativních částí rostliny t. j. v buňky článkové a uzlinné dle vzorců:

$$V = v + g, \quad g = k + i.$$

Antheridie jeví se jako krásně červené kuličky (u druhů oddělení *Nitellae Gleocarpae* jsou obaleny jemným rosolem), na povrchu rozdělené pravidelně v štítkovité sfericky vypouklé oktanty, na svrchní straně ozdobně rýhované (*valvulae, scuta*), vespod pak ve středu protažené v podobě rukověti (*manubrium*), na které sedí buňka zvaná hlavička (*capitulum*). Z této t. zv. hlavičky vyvine se 4—6 hlaviček druhotných, z nichž každá má 3—5 buněk končících v tenké vlákénko. V buňkách těchto vlakének se tvoří spermatozoidy, jež složeny jsou ze spirálně stočeného těla a ze dvou dlouhých brv vynikajících z předního zúženého konce. Z jednoho antheridia vyvinuje se asi 30.000—40.000 spermatozoidů. U dvoudomých druhů bývají antheridie o něco větší než u jednodomých.

Cystokarpy vyvinují se z různých buněk, na př. u *Char* z první buňky basilární uzliny antheridiové u jednodomých druhů, u dvoudomých pak z buňky basilární uzliny na vnitřní straně listové stojícího lístku, u *Tolypell* z různých buněk uzliny antheridiové nebo listové, u *Nitell* bývají lístky postranní přeměněny v cystokarpy. Buňky tyto vytvoří si vlastní uzlinu, t. zv. basilární cystokarpovou. Buňka, z které vyrůstá cystokarp, dělí se ve dvě buňky. Dolení často skrytá odpovídající článkové nazývá se stopkou, kdežto hoření, rovnající se uzlinné oddělí na svém obvodě 5 buněk tvořících později její obal (*sporostegium*). Konečná buňka třetí jest pravou vajíčkovou, jež jest z počátku holá, později obroste ji pět obalných buněk. Vajíčková buňka (vlastní oogonium) oddělí u *Char* a *Tolypell* jednu, u *Nitell* 3 buňky, jež vzrůstem změní polohu a jsou pak v jiné poloze než jakou měly na počátku a proto nazvány byly A. Braunem obratními buňkami

(Wendungszellen). GOETZ (l. c. Bot. Zeit. 1899) považuje je za zbytky archegonia. GOEBEL (l. c. Flora, 1902, 90. p. 282—293) popírá t. zv. BRAUNŮV »obrat« ve vzrůstu těchto 3 sterilních buněk v oogoniu a soudí o nich, že mají pravděpodobně výživné physiologický význam. Také s GOETZOVÝM výkladem GOEBEL nesouhlasí. Buňky obalné jsou později spirálovitě zdola nahoru ztočeny v pravo a tvoří souvislý obal pozdější spory. Na svém konci dle čeledí oddělí u *Characeí* jednu, u *Nitellaceí* dvě buňky, jež dohromady pak tvoří korunku (*coronula*). Dle počtu buněk jest korunka u *Characeí* pětibuněčná, u *Nitellaceí* desítibuněčná, což jest nejdůležitějším znakem rozlišovacím obou skupin. Korunka buď po dozrání oogonia odpadne nebo vytvoří se pod ní štěrbiny, kterými vniknou spermatozoidy k vajíčkové buňce. Tvar a velikost korunky u některých druhů jest důležitým znakem systematickým. Oplození parožnatek první vysvětlil DE BARY (l. c. Monatsber. der berl. Akad., 1871). Blána buněčná obalných buněk stloustne, stvrdne na vnitřní straně a zbarví se do temna, srůstajíc s úrodněnou buňkou vaječnou v t. zv. jádro. Vnější část blány buněčné obalných buněk je průhledná, tenká a v čas zralosti jádra se rozpadá. Dřívější názor o zdřevnatění obalu jádra vyvrácen byl N. NORDSTEDTEM (l. c. De algis et Characeis, 1899), jenž nalezl zde jen korek (suberin) a kyselinu křemičitou, a pak OVERTONEM (l. c. Bot. Centralbl., 1890, 44) prokázáno, že tento obal jádra má vlastnosti skutikularisované, zkorkovatěné blány buněčné.

Tvar, velikost a barva jádra jsou při rozlišování jinak si podobných druhů často dobrým znakem systematickým. Barva jádra bývá červená, hnědá nebo černá v různých odstínech, vždy pro druhy význačná. Jádro jest hladké nebo mívá spirálovitě stočených 5—16 lišten. Počet jejich závisí od počtu závitů obalných buněk. U některých druhů srůstá přiléhající stluštělá blána buňky nalézající se na spodu jádra a tvoří po rozpadnutí hrany na dolením konci jádra a podobně i stluštění přilehlých buněk na hořením konci zanechává jádru podobu často trnovitou. Jádro u některých druhů mívá ještě zvláštní vápenný plášť, jenž tvoří se v buňkách obalných a jest tvaru dutého válce nebo koule dole otevřené, což jest nejlépe zachováno na fossilních zbytcích. Tento vá-

penný plášť jest odlišný od vnější inkrustace vápenné, nevyskytuje se u *Nitell, Tolypell* a *Chara Braunii.*

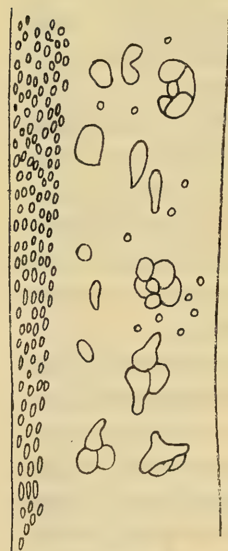
Pravá parthenogenese dokázána u *Chara canescens* Al. Braunem již r. 1856 a později De Barym (1875), Migulou a jinými znovu potvrzena. Z neoplozených cystokarpů vyvinují se u tohoto druhu vesměs klíčivá jádra.

Některé druhy parožnatek, tak zvláště *Nitell* i *Char*, bývají protandrické a tu snadno při skrovném materialu může vzniknouti omyl tím, že dvoudomý druh pokládá se za jednodomý.

Jádra parožnatek zachovají, jak již bylo mnohokráte dokázáno, klíčivost po několik let.

---

Mimo jiné zajímavosti můžeme pozorovati v buňkách parožnatek zvláštní zjev životní, kroužení plasmy, jež první zaznamenal Bonaventura Corti (1774). Později Agardh vytkl 8 zákonů o tomto kroužení a podrobněji vše prozkoumal A. Braun (l. c. Ber. d. berl. Akad., 1852). Plasma nekrouží v buňkách množících se, vrcholových, zakrsalých, se zásobními látkami a v antheridiích. Pohyb nejlépe se dá sledovati v dlouhých článcích lodyžních a listových u *Nitell* a u neinkrustovaných *Char*, zvláště pak na klíčících a mladých rostlinách; pohyb plasmy a jeho rychlost podmíněn jest vlivy světelnými a klimatickými. V pohyblivé plasmě pluje velké množství zvláštních tělísek, jež už v prvoklíčkových buňkách jsou hojné. Tato tělíska snažil se Overton vyšetřiti mikroskopicky a chemicky, ale o pravé podstatě jejich se nepřesvědčil. Na procharách Ch. foetida pozoroval jsem v proudící plasmě četná zvláštní bezbarvá tělíska, jejichž tvar byl nepravidelný, podlouhle vejčitý nebo lahvicovitý nebo měsíčkovitý. Tato plovoucí tělíska často byla spojena 2—6 těsně vedle sebe do malých skupin.



Obr. 31. *Chara foetida* z tůně u Všetat. Tělíska plovoucí v protoplasmě v článkové buňce prvoklíčku pod přeslenem listovým.

## 2. Část literárně historická.

V přehledech literatury, jednajících o parožnatkách, soustavně ocenili obšírněji již dříve mnozí badatelé poznatky o tomto zajímavém typu tajnosnubného rostlinstva. Již BISCHOFF (Die kryptogamische Gewächse, 1828) podal vše, co bylo od nejstarších dob zachováno ve spisech o charách, rovněž i pozdější monografové probrali kriticky známou jim literaturu. Tak ku př. ALEX. BRAUN (v Cohnově Kryptogam. Fl. von Schlesien, 1876), P. SYDOW (Die bisher bekannten europ. Characeen, 1882), NORDSTEDT-BRAUN (Fragmente einer Monographie der Characeen, 1882), MIGULA (v Rabenhorstově Kryptog. Fl., 1890), L. HOLZ (Characeen v Kryptog. Fl. der Mark Brandeburg, 1903), J. VILHELM (Systematický význam parožnatek atd., 1903). Mimo to i v jiných pojednáních o parožnatkách nalezneme posouzení literatury z doby předchozí.

V posledních 20ti letech převážně studovány byly parožnatky anatomicky a konány s uměle pěstovanými četné pokusy. Zjištěno karyokinetické dělení jader ve všech buňkách schopných dělení. Dělením jádra u parožnatek zvláště zabývali se P. SCHOTTLAENDER (Beiträge zur Kenntnis des Zellkernes und der Sexualzellen bei Kryptogamen, 1892), O. KAISER (Über Kernteilung der Characeen, 1896), B. DEBSKI (Weitere Beobachtungen an Ch. fragilis Desv., 1898) a E. STRASBURGER (Einiges über Characeen und Amitose, 1908), zvláště pak vývody posledního jsou pozoruhodné, neboť soudí mimo jiné, že nynější chary měly své předky řasám podobné, jejichž nynější zástupci jsou posledními v řadě a jejich phylogenetický vývoj sotva byl kratší než řady, kterou zakončeny jsou Bryophyta. Jejich karyokinese jest spíše podobna vyšším rostlinám než řasám a schází prý jim centrosomy. Při dělení jader nalezl vždy 18 chromosomů, kdežto DEBSKI udává 24, GOETZ pak 16—18. Jiní sledovali dále vnitřní obsah v buňkách parožnatek tak ku př. E. OVERTON (Beiträge zur Histologie und Physiologie der Characeen, 1890) snažil se zejména vysvětliti povahu t. zv. ostnatých kuliček a průhledných bublinek v protoplasmě a srovnati je s aleuronovými zrnky. Důležitým jest jeho poukaz, že spory nemají dřevnatý

obal, jak dříve De Bary (Zur Keimungsgeschichte der Charen, 1875) udával a po něm přejali do svých spisů ostatní i Migula, nýbrž obal jádra má vlastnosti skutikularisované a zkorkovatěné blány buněčné. O pohybu protoplasmy vyšly dvě práce: G. Hörmanna (Studien über die Protoplasmaströme bei den Characeen, 1898) a W. Kühne-ho (Bedeutung des Sauerstoffs für die vitale Bewegung, 1897 a 1898). O tvaru a vývoji rozmnožovacích orgánů pojednali ve svých pracích: Schottlaender (pojednání v předu uvedené), Wl. Bělajev (Belajeff) (Über Bau und Entwickelung der Antherozoiden, 1892 rusky a ve »Flora« 1894), jehož výsledky o složení, tvaru a vývoji spermatozoidu Char a Nitell mohou býti velmi důležitými pro srovnávací studia kryptogamů, L. Kny (Messungen der Membranfaltungen in den Schildern der Antheridiums von Chara fragilis, 1893), R. Franzé (Über die feinere Struktur der Spermatozoen von Chara fragilis, 1893), Mottier (Development of the Spermatozoid in Chara, 1904), G. Goetz (Entwickelung der Eiknospe bei den Charen, 1899), jenž pokusil se i mimo prozkoumání samičích orgánů o vysvětlení významu parožnatek v přirozené soustavě a dospěl k přesvědčení, že tyto jest považovati za Phycobrya, dále A. Ernst (Über Pseudo-Hermafroditismus und andere Missbildungen der Oogonien bei Nitella syncarpa, 1901), K. Goebel (Morphologische und biologische Bemerkungen, Homologien in der Entwickelung männlicher und weiblicher Geschlechtsorgane, 1902).

Zajímavé pokusy s parožnatkami provedl zvláště Joh. Richter (Über Reaktionen der Characeen auf äußere Einflüsse, 1894), jenž vyšetřil poměry vzrůstové, podmínky vzniku nahonohých větví a větevních prvoklíčků, zkoušel geotropismus a heliotropismus, dále pěstování parožnatek v roztoku soli kuchyňské až 1,5%, pak ve vlhku a při vyšším tlaku vodním, konal také pokusy regenerační mimo jiné.

Nový směr v badání o parožnatkách zavedl K. Giesenhagen svými příspěvky (Untersuchungen über die Characeen, 1896-7, 1902), jednajícími podrobně o složení lodyžních a kořenových bambulek u *Chara aspera, baltica, fragifera* a *Tolypellopsis stelligera* a o složení pupenových uzlin a tu pak stanovil vzorcem zákon vzrůstu pupenu parožnatkového, od

něhož dosud nejsou výjimky. Zevrubně pak prozkoumal anatomicky *Nitella gracilis, syncarpa, cernua, Tolypella nidifica, Lamprothamnus alopecuroides* a *Tolypellopsis stelligera.* Mimo to GIESENHAGEN zabýval se i fysiologickým pozorováním parožnatek (Über innere Vorgänge bei der geotropischen Krümmung der Wurzeln von Chara, 1901).

Ve směru Giesenhagenových badání o parožnatkách pokračoval ALF. ERNST se svou školou. Jednotlivé práce vyšlé z jeho laboratoře všeobecné botaniky a rostlin. fysiologie university v Curychu jakož i publikace GIESENHAGENOVY mají tvořiti předběžné práce k budoucí monografii parožnatek. Tyto předběžné práce provedli: ALF. ERNST (Die Stipularblätter von Nitella hyalina, 1904), O. KUCZEWSKI (Morphologische und biologische Untersuchungen an Chara delicatula f. bulbifera, 1906), ADOLF WITT (Beiträge zur Kenntnis von Chara ceratophylla und Ch. crinita, 1906), G. NONWEILER (Morphologische und physiologische Untersuchungen an Chara strigosa, 1907), ARTHUR MÜLLER (Beiträge zur Kenntnis von Chara hispida und Ch. foetida, 1907), CATHA. SLUITER (Beiträge zur Kenntnis von Chara contraria und Ch. dissoluta*), 1912). A l e z e v š e c h t ě c h t o d i s s e r t a c í š k o l y E r n s t o v y m n o h o n o v é h o s e n e d o v í d á m e, n e b o ť j i m i v l a s t n ě p o t v r z u j í s e d ř í v e u ž z n á m é a n a t o m i c k é p o d r o b n o s t i.

Prvoklíčky a zvláště vzniklé z bambulek vyšetřil u Lamprothamnus alopecuroides MC. NICOL MARY. (The Bulbils and Pro-embryo of Lamproth. alopec., 1907).

Systematického směru jsou práce botaniků vlašských, upravující znovu synonymiku a vyšetřující kriticky starší a nový výzkum parožnatek v Italii. A. BÉGNINOT a L. FORMÍGGINI (Ricerche end osservazioni sopra alcune entità vicarianti nelle Caracee della flora italiana, 1907) pokládají slabší druhy a nižší jednotky systematické za geografické formy a udávají k tomu celou řadu dokladů z flory italské. Další předběžné práce těchto auktorů jsou: Ulteriori osservazioni sulle Caracee vicarianti della flora italiana, 1908); L. FORMÍGGINI:

---

*) Zde i přidáno pojednání o bezejmenné parožnatce označené jen bezkorá Chara z Busskirchen (hoř. curyšského jezera)!

Contributo alla conoscenza delle Caracee della flora veneta compreso il mantovano (1908), kde uvedena i stanoviska z rakouského Přímoří; dále pak: Cenno storico bibliografico sulle Caracee della flora italiana (1909), Contributo alla conoscenza delle Caracee del Lazio (1909).

K výzkumu parožnatek na balkánském poloostrově přispěl rozlišením forem v území dosud neprozkoumaném J. Vilhelm (Ein Beitrag zur Kenntnis der Charophytenflora von Bulgarien, Montenegro und Athos-Halbinsel, 1907; Zweiter Beitrag z. K. d. Charophtfl. von Montenegro und Bulgarien, 1912).

Se stanoviska srovnávací morfologie pojednal všeobecně o parožnatkách J. Velenovský (Srovn. morfol., díl I., 1905).

### 3. **Zařazení parožnatek v soustavě.**

O systematickém postavení parožnatek měli botanikové od nejstarší doby jejich poznání až dodnes různé názory.

Parožnatky představují nám typ geologicky velmi starý, přesně omezené oddělení ve vodách rostoucích kryptogamů, jež nemá téměř žádného vývojového známého přechodu k jiným rostlinným typům. Jest to isolovaná skupinka, svými zvláštnostmi odchylující se od ostatního nyní žijícího rostlinstva tajnosnubného, podobně jako typ přesličkový, zachovaný dnes jen v jediném rodě *Equisetum*. V soustavě přirozené, v níž mají býti umístěny po obou stranách v řadě vývojové tajnosnubných, nacházíme velké mezery a pojítek vlastně vůbec žádných neznáme, kterýmiž bychom objasnili souvislost parožnatek s ostatními typy kryptogamů. Některými vztahy sice poukazují k jiným skupinám, zejména k řasám a k mechům, ale nelze přísně vzato tyto vztahy považovati za nějakou bližší příbuznost.

Pro svou zevní podobu byly Bauhinem (1633) v nejstarším spisu, kde nachází se první zmínka o parožnatkách, považovány za vodní přesličku (*Equisetum foetidum sub aqua repens*). Většina pak botaniků před Linnéem pokládala chary za druhy vod. rostlin jevnosnubných*) (*Myriophyl-*

---

*) Podobně dodnes tak označené parožnatky (ponejvíce první určení) nalezneme v herbářích mnohých floristů.

*lum, Hippuris, Ceratophyllum, Najas, Zanichellia* m. j. nebo *Equisetum*), tak na př. PLUKENET, MORISON, SHERARD a j. v. Lépe již vystihl systematický význam parožnatek v prvních svých dílech LINNÉ než botanici v pozdějších 100 letech po něm, neboť pokládal chary za tajnosnubné a uváděl je u řas (vedle *Fucus*); jeho následovali i jiní pozdější botanikové jako SCOPOLI (1772), POLLICH (1777), MARTIUS (1817), WALLROTH (1815), SCHLECHTENDAHL (1822), Agardh (1824), Kützing (1845), HASSAL (1845) a jiní.

Podobně v přirozených soustavách kladli také četní botanikové v dřívějších dobách chary mezi řasy na př. BERNH. z JUSSIEU a po něm WERNITSCHEK (1764) a CRANTZ (1766).

LINDLEY (1830) zařadil parožnatky k mechům, PRESL (1846) uprostřed mezi jatrovky a lišejníky; k cevnatým tajnosnubným chary počítali HALLER, WAHLENBERG, BARTLING, G. MEYER, RUPRECHT a jiní. Tak ještě v r. 1877 DUCHARTRE položil parožnatky do třídy kapradin před samé přesličky.

RICHARD (1815) a po něm KUNTH utvořili zvláštní čeleď *Characeae*, kterouž kladli mezi *Marsileaceae* a *Piperaceae*. Zvláštní místo v soustavě vykázal charám BISCHOFF (1828) mezi jednoděložnými a bezděložnými, později však (1839) na nejnižším místě zlistnatěných buněčných rostlin.

Parožnatky také kladli někteří mezi jevnosnubné a to pro špatné pochopení rozmnožovacích orgánů, jež považovali za shodné s jevnosnubnými. Původcem toho byl SCHREBER, jenž provedl nové uspořádání Linnéových Genera plantarum (1791) a v tomto vydání kladl chary mezi Monoecia monandria. Od toho času nalézáme chary obyčejně v systematických spisech, jež řídily se Linnéovskými dělidly, ve 20. třídě. Zejména byli to tito botanikové: HOFFMANN, HORST, PERSOON, AITON, VEST, LAMPEYROUSE, WAHLENBERG, LINK, FICINUS, NUTTAL, ST. AMANS; někteří však kladli tyto rostliny mezi Monandria a to buď Monogynia jako na př. WILDENOV (1787), SMITH (1804), BESSER (1809) a SCHULTES (1815) a jiní až k BERTOLINIMU (1854), buď k Digynia jako na př. Baumgarten (1790), buď konečně k Polygynia jako na př. PURSCH (1814).

Proti tomu posuzování parožnatek a srovnávání jich s jevnosnubnými rostlinami ohradil se první Wallroth svým Tractatus de Chara Algerum genere (1815). Potom následovala celá řada dalších prací morfologických, fysiologických a systematických četných botaniků a důkladnější prozkoumání char způsobilo jiné nazírání na parožnatky. Od polovice minulého století řadili systematikové chary v různých svých soustavách nejčastěji k řasám, nebo považovali je za samostatnou zvláštní skupinu buněčných, tajnosnubných za řasami vedle mechů (*Phycobrya* nebo *Charophyta*). Nelze z velkého množství všeobecných systematických prací botanických vypočítávati, jaké zaujímají jednotliví auktoři stanovisko ve svých soustavách k charám, jen potřebí jest ještě poukázati k těm auktorům, kteří odborně zabývali se parožnatkami.

Pringsheim (Über die Vorkeime der Charen a Über die Vork. und nacktfüssige Zweige, 1862) kladl parožnatky jako samostatnou skupinu tajnosnubných k mechovitým rostlinám. De Bary (Über den Befruchtungsvorgang bei den Charen, 1871, a Zur Systematik der Thallophyten, 1881) deduknje ze svých nálezů, že chary jsou zvláštním oddělením, jež nelze považovati za přechodní článek mezi mechy a řasami, nýbrž po osamostatnění jednotlivých tříd řas vedle *Florideí, Fucaceí* a souvislost s řasami jest pak hledati k *Vaucheriím,* právě tak jako od mechů ke *Coleochaete.* Al. Braun vykazuje parožnatkám zvláštní střední postavení mezi Thallophyty a vyššími tajnosnubnými, a téhož mínění byl i první monograf českých parožnatek Leonhardi, kdežto Sachs (Lehrbuch d. Bot.) je kladl do čtvrté třídy svých *Thallophyt* (*Carposporeae)* vedle *Coleochaete, Florideí* a *hub.* Čelakovský (l. c. Vesmír VII., p. 183) mínil, že parožnatky nesmějí se přímo mezi řasy klásti, nýbrž zasluhují, aby tvořily zvláštní třídu vedle řas, ačkoli pouze málo rozdílnými rody jsou representovány. Ferd. Cohn (Über mein Thallophytensystem, 1879) míní, že chary *(Phycobrya)* jakožto první řád Bryophyt sprostředkují přechody k Fucaceím. V Englerově systemu (Die natürl. Pflanzenfam. I. T., 2. Abt. p. 161) jsou *Characeae* umístěny jako třída řas mezi třídou Chlorophyceae a Phaeophyceae. Migula vymezil systematické postavení pa-

rožnatek (Rabenhorst. Kryptfl. p. 60), odděliv je od řas a mechů jako samostatnou skupinu (*Phycobrya* nebo *Charophyta)*, jejíž polohu určil mezi *Bryophyty* a *Thallophyty*. Předky parožnatek dle MIGULY jest hledati u *Chlorophyceí*, zvláště v rodě *Coleochaete*, k němuž by měly směřovati *Bryophyta* i *Charophyta*. K podobnému názoru dospěl i VELENOVSKÝ (Srovn. morfol., díl I., p. 69) pokládaje *Charophyta* jako samostatnou skupinu vyvinuvší se z nižších *Thalophytů* v dávných dobách parallelně vedle mechovitých. GOETZ (Bot. Zeit., 1899) srovnávaje cystokarpy char s archegoniemi řadí parožnatky mezi *Phycobrya* vedle mechovitých.

Mimo to v učebnicích a kompendiích různých auktorů zařazeny jsou parožnatky dodnes mezi řasami buď jako samostatná skupina jejich nebo se těsně přičleňují k řasám zeleným jako podřízená skupina, buď jako samostatný typ mezi řasami a mechovitými nebo mezi mechovitými a cevnatými tajnosnubnými.

Dnes jest nesporno řaditi parožnatky jako zvláštní oddělení *Thallophyt* za řasami vedle mechů, aniž jest potřebí je spojovati s jednou z těchto skupin. Parožnatky vyznačují se proti všem ostatním *Thallophytům* svou morfologickou zákonitostí, jež jest spojena s jednoduchostí anatomickou. Tato jednoduchost anatomická dá se snadno vysvětliti způsobem života parožnatek výhradně rostoucích ve vodách, kde podmínky životní jejich jsou podobné jako jiných vodních rostlin ku př. jevnosnubných, jež netvoří také širokých orgánů listových a j. Proto stačí jim jednoduché oblé buňky jako ústroje assimilační. Zvláštním zjevem u těchto rostlin jsou ústroje rozmnožovací, jež nelze homologicky srovnati ani s řasami ani s mechy. Jen v jistých analogiích dají se porovnati s oběma skupinami. Více než k *Bryophytům* blíží se chary podobou cystokarpů k řasám červeným (*Rhodophyceae*) i podobnou zrůzněností v lodyhy a listy stejně jednoduché, okornatěním jednobuněčným článků lodyžních z base listové, listy uspořádanými v přeslenech (*Batrachospermum*, *Lemanea*). Také tvar prvoklíčku svědčí o příbuznosti k řasám. Vztahy k mechům jsou menší, neboť antheridie a archegonie mechů nelze srovnávati s orgány rozmnožovacími parožnatek. Jen podoba spermatozoidů char (ne však antheridií) připomíná

daleký však jinak vztah jejich k mechům. Také rodozměnou jsou mechy vzdáleny více od parožnatek, kdežto u řas červených známe analogické, jednodušší však, ze spor vznikající prvoklíčky *(Chantransia)*. Mimo to parožnatky morfologicky jsou dokonaleji organisované než řasy (zvláště *Phaeophyceae* a *Rhodophyceae*), neboť mají lodyhy a listy vzrůstem rozlišené jako mechy, pravidelně v úžlabí prvního nebo dvou prvních listů vyrůstají pupeny postranních os, rozvětvují se typicky monopodialně. Netvoří nepohlavních výtrusů, jako se tyto vyskytují u mechů a řas.

Proto z těchto důvodů i jiných, jež jest zbytečno ještě zvlášť vypočítávati, nelze v soustavě rostlinné parožnatkám vykázati místo ani mezi řasami ani mezi mechy, nýbrž považovati je za isolovanou skupinu *Thallophyt* spřízněnou vzdáleně s řasami, s nimiž snad v pradávné minulosti měly bližší vztahy příbuzenské, vyvinuvše se samostatně podobně jako třídy řas a *Bryophyt* ze společného původu.

## 4. Ocenění rozlišovacích znaků, pojem systematických jednotek a analytický přehled českých parožnatek.

Předpokládáme-li, že parožnatky vyvinuly se z jednoho pratypu tajnosnubných v dávných dobách geologických, musíme pohlížeti na dnešní jejich zástupce jako na vyvrcholení různých typů, vzniklých ať již postupným vývojem dle pravidel adaptace a selekce nebo mutací, bastardací a pod. To potvrzují téměř shodné poměry anatomické, zjevy fysiologické, skoro tytéž podmínky životní, způsob rozmnožování, velice podobné ústroje rozmnožovací, téměř shodné prvoklíčky a zvláště skoro bezvýminečně shodná zákonitost morfologického rozčlenění rostliny u všech parožnatek.

Podrobnými studiemi většího materialu dospíváme srovnávací methodou k rozlišení členů neveliké dnes rodiny parožnatek. Zjištění rodokmenu poznáním příbuzenských vztahů mezi recentními parožnatkami jest prvním úkolem prací snažících se objasniti tento zvláštní typ rostlinstva, jež později bude nutno doplniti i soustavným phytopalaeontologickým badáním. Všestranným pozorováním parožnatek z poměrně většího území, zvláště srovnáváním nesčetných indi-

viduí tohoto polymorfního typu rostlinstva přicházíme k systematickému ocenění rozlišovacích znaků.

Parožnatky rozlišují se dnes podstatně ve dvě skupiny, jež systematicky považovány jsou za čeledi (l. c. NORDSTEDT, Fragmente) nebo za podčeledi (LEONHARDI, BRAUN, MIGULA a jiní) nebo původně za rody (AGARDH). Hlavním rozlišovacím znakem jest u *Characeí* pětibuněčná korunka cystokarpu, u *Nitellací* desítibuněčná. Rozdíly obou skupin nejsou jen morfologické, ale také anatomické a jiné.

Dalším poznáváním vznikl nový rod *Lychnothamnus* (RUPRECHT) a dnes již neuznávaný podrod *Charopsis* (KÜTZING), takže LEONHARDI stanovil na základě postavení antheridií z BRAUNOVÝCH 4 podrodů samostatné rody: *Nitella a Tolypella, Lychnothamnus* a *Chara*. NORDSTEDTEM pak rozdělen byl rod *Lychnothamnus* ve dva: *Lamprothamnus* a *Lychnothamnus*. Konečně MIGULA povýšil Leonhardiho sectio *Tolypellopsis* v samostatný rod s jedním jen druhem vyloučiv ho z rodu *Chara*.

V prvních dobách poznání parožnatek bylo ohraničení typů dosti nestálé a pojem druhu nebyl dosti vymezený, teprv základními pracemi systematickými BRAUNOVÝMI a LEONHARDIHO stanoveny pevně kritickým prohlédnutím velkého materiálu zásady pro rozlišení znaků charakterisujících jednotlivé druhy a nižší kategorie systematické. Pojem druhu u parožnatek jest již v dnešní době četnými pracemi monografickými dosti vymezený. Při srovnávacím studiu systematickém největší zřetel jest třeba míti pro správné ocenění stálosti a měnlivosti jednotlivé části rostliny, jich používáme k vytknutí rozlišovacích znaků. Z těchto stálých znaků u *Nitellaceí* jsou to zejména listy, jejichž způsob rozčlenění jest charakteristický pro rozlišení nejen rodů (*Nitella*, *Tolypella*), ale také pro jednotlivé druhy. Druhy rodu *Nitella* rozdělují se opět dle zakončení listového, buď jednobuněčného (*Monarthrodactylae)* buď dvoubuněčného (*Diarthrodactylae*) atd. V první skupině jiným znakem stálým jest vyskytování se rosolovitého obalu kolem rozmnožovacích ústrojů *(Gloeocarpae)*, nebo rozmnožovací ústroje jsou bez obalu rosolovitého (*Gymnocarpae)*. Pro jednotlivé druhy jest důležitým stálým znakem jejich jednodomost nebo dvoudomost, složení listů, tvar a velikost roz-

množovacích ústrojů, hlavně pak jádra. Pro druhy rodu *Chara* jsou rozlišovací znaky zase jiné. Zde zvláště důležitým znakem pro přesné rozlišení druhu jest způsob okornatění lodyhy a listů, různé vyvinutí palistového věnce, složení listů, tvar a velikost rozmnožovacích orgánů a jiné znaky, jež podrobně uvedeny v systematické části. Všeobecně možno říci, že počítáme k druhu taková individua, jež v hlavních znacích se shodují bez přechodů v neměnlivých znacích.

I v těchto vyhraněných druzích vyskytují se v některých částích rostliny jiné změněné, při tom však ustálené znaky, jež se udržují v dalších pokoleních. Tím vznikají další nižší jednotky systematické: poddruh (subspecies) a odrůda (varietas). Příkladem jest *Chara gymnophylla* celkem shodující se s *Ch. foetida* skoro ve všech znacích až na neokornatěné články listu, jež jsou fertilní. *Ch. gymnophylla*, ač uvádí se Migulou a jinými auktory za druh, přece považována jest ode všech jen za slabší druh, Nordstedtem, Braunem pak za subspecies, neboť ve většině hlavních znaků shoduje se s *Ch. foetida.*

Podobně i odrůdy rozlišují se od druhu, s nímž mají sice většinu trvalých znaků, ale mimo tyto rozhodující znaky druhové podržují ještě jiné stálé odchylné zvláštní znaky. Takové odrůdy bývaly druhdy také popisovány jako samostatné druhy na př. *Chara hispida var. equisetina* uváděna jako zvláštní druh *Chara equisetina* Kützing.

V úhrném počtu individuí vyhovujících pojmu druhu u parožnatek možno i rozeznávati ještě nižší kategorie systematické než jsou subspecies a varietas. Jsou to formy, jež jsou vlastně složkami druhu (po případě subspecie a variety.) Formy téhož druhu, pokud možno je sledovati, liší se méně podstatnými znaky, jež dají se od sebe dobře rozeznati. Rozdílné znaky, jimiž formy se liší od sebe, jsou poměrně menší a jsou u různých druhů také velmi různé povahy a systematické ceny. Nejrozšířenější forma téhož druhu považuje se za normální a mnohdy i odpovídá jí diagnosa druhu.

Tyto stálé odchylky (variace) u forem*) často se vyskytujících záležejí obyčejně u rodu *Chara:*

*) l. c. Holtz, Kryptogamenflora der Mark Brandeburg (Characeen), IV. Bd. 1. Heft p. 34.

1. Při celých rostlinách na větší nebo menší délce rostliny vzhledem k normální formě, na větší tloušťce vegetativních částí s nižším nebo vyšším vzrůstem, na jemnosti a tenkosti celé rostliny, na zcela nízkém vzrůstu.

2. Na lodyhách možno rozeznávati články lodyžní velmi dlouhé proti normálně vyvinutým listům, nebo velmi zkrácené, nebo kombinované dole prodloužené a nahoře zkrácené, nebo vzdálenosti volně rozložených přeslenů listových jsou prostřední buď větší buď směstnanější.

3. Na okornatění méně vynikají vedlejší žebra nad hlavní nebo hlavní žebra zcela zakrývají přerůstajíce vedlejší žebra, nebo okornatění má rychlejší vzrůst než článek lodyžní a tím se stává, že vzedmuté okornatění se odchyluje a zkrucuje kolem lodyžního článku.

4. Na hlavních žebrech z uzlin vynikají různě vyvinuté ostny, jež mohou býti velmi malé, sotva viditelné asi jako malé bradavky, nebo tyto ostny jsou zvláště v hořeních částích lodyh hustěji a silněji vyvinuté, mnohdy i převyšují délkou průměr lodyhy, nebo jsou jen roztroušené, nebo pravidelně jsou kratší nebo delší než u normální formy, nebo ostny vyskytují se velmi dlouhé a hustší nebo ve svazečkách.

5. Na listech jsou význačné poměry rozměrů k normální formě. Listy mohou míti články listové velmi prodloužené nebo zkrácené, nebo štíhlé a tenké, nebo vzhledem k lodyze tlusté, nebo listy velmi dlouhé a tenké. Jinak mohou býti lodyhy i listy tuhé, neohebné, nebo mírně obloukovitě vzhůru zahrnuté nebo přímé listy, nebo zpět dolů zahnuté, nebo v dolení části dovnitř a v hoření zevně ohrnuté, nebo celé přesleny listů k lodyze přitlačeny a těsně skloněny. Poslední článek listu bývá více prodloužený a při tom tlustší, nebo zkrácený, nebo zvlášť zcela kratičký, nebo okornatění jeho není vyvinuto, ač u normální formy pravidelně se vyskytuje.

6. Lístky mohou býti delší než u normální formy, vnitřní mnohem delší nebo stejně dlouhé nebo kratší než cystokarpy, nebo všechny lístky uzliny dosahují stejné délky, nebo na vnější straně listu jsou kratší, nepatrné jako bradavky nebo zcela zakrnělé.

7. Cystokarpy mohou býti úzké a podlouhlé, nebo tlusté a vejčité, nebo menší.

8. Jádro plodu může býti černé.

Mimo to trvalé změny pozorujeme u forem rodu *Nitella* tyto:

1. Dolní listy obyčejně mívají jen střední paprsek bez postranních lístků, nebo listy krátce vidličnaté.

2. Přesleny listů bývají volné nebo tvoří se t. zv. hlavičky, jež bývají rozmanité. Tak na př. vedle obvyklých volných přeslenů listů někdy vyskytují se na některých přeslenech velmi zkrácené články listové, a tím vznikají t. zv. hlavičky. Mnohdy bývají hlavičky zcela malé vzhledem k článkům lodyžním. Hlavičky mohou býti jindy neúplně vyvinuté a jen jaksi naznačené.

Méně podstatným znakem pro rozlišení forem jsou u *Char* i *Nitell* poměry inkrustační. V tom případě jen pozoruhodný jest výskyt úplně neinkrustované parožnatky, je-li tento druh obyčejně inkrustovaný, nebo jsou-li jen kroužkovitě části lodyhy okorány vápnem.

Pro rozlišení forem zavedli zvláštní terminologii Al. Braun a Leonhardi, jež se odchyluje od pojmenování u jiných rostlin. Tato terminologie použita i Sydowem a jinými botaniky, označující formy dle vyniklých znaků několika jmény. Takovým kombinovaným jmenováním podobným z doby předlinnéovské označují na př. jednu formu: *Chara foetida, f. subinermis, brevifolia, longibracteata, divergens, elongata, valde incrustata.* Migula však tuto terminologii, která sice stručně zahrnuje již hlavní znaky v pojmenování rostlin, nezavedl ve své monografii, přidržel se však jednotného pojmenování forem z jistých důvodů (l. c. Char. v. *Rabenhorst.* Kryptfl. p. 62). V tomto zpracování uvedeny jsou formy dle Migulem zavedené nomenklatury, neboť jen takovou methodou lze přesněji a podrobněji přehlédnouti variabilitu českých parožnatek.

Formy u parožnatek mohou býti různé hodnoty. Jsou to formy jednak stálé, u nichž vyskytují se změny trvale se udržující, jednak spočívají na různém vzrůstu (formy vzrůstové) podmíněné vlivy oekologickými (na př. *Chara hispida).* Při tom dlužno vytknouti, že podobný habitus u parožnatek není rozhodující pro stanovení forem. Často 2 i více druhů

mívá t. zv. souběžné formy, jež v stejném směru mají změněny některé části rostliny. Formy na př. *Chara foetida* možno roztříditi ve více skupin dle znaku jistým formám společného a tak vznikají řady forem (*formae subinermes, subhispidae, paragymnophyllae, melanopyrenae)* a v každé takové řadě mohou se vyskytovati souběžné formy.

U různých druhů jeví se variabilita rozmanitě a proto k rozlišení forem u každého skoro druhu jest potřebí užíti jiných měřítek vymezujících a určujících rozhodující znaky. Hlavní znaky k rozlišení forem voleny bývají různě: u *Chara fragilis* jest to délka lístků, kdežto u *Ch. foetida* velikost a tvar ostnů na lodyžním okornatění, počet okornatěných článků listů, barva jádra atd.

Při rozlišování českých forem parožnatek hleděno především jen na formy stálé, trvale na stanovisku se vyskytující. Nepatrně jen se lišící formy staženy v jednu formu.

Velký polymorphismus parožnatek vysvětlujeme si porovnavše původní stanoviska jejich v přírodě působením komplikovaných vnějších činitelů na tyto rostliny. Proto formy parožnatek dlužno pokládati za *lokalitní formy,* jak tomu nasvědčují pokusy pěstováním parožnatek v aquariích za zrůznění vnějších činitelů a nálezy stejných nebo velice podobných forem na lokalitách poskytujících skoro stejné podmínky životní.

## Analytický přehled českých parožnatek.

Přehled čeledí a rodů:

I. Korunka cystokarpu 10-ti buněčná . . . . . . . . . . . **1. Č. Nitellaceae.**
   a) Listy vidličnatě dělené . . . *1. R. Nitella.*
   b) Listy jednoduché nebo dělené (nikdy vidličnatě), ale vždy se silnějším hlavním a slabšími postranními paprsky . . . *2. R. Tolypella.*

II. Korunka cystokarpu 5-ti buněčná . . . . . . . . . . . **2. Č. Characeae.**
   a) Palistový věnec nevyvinutý . *3. R. Tolypellopsis.*
   b) Palistový věnec 1-2 (3) řadý *4. R. Chara.*

Přehled druhů:

1. Rod *Nitella*.

I. Listy jen jednou dělené, jejich konečný článek jednobuněčný, korunka opadavá . . . . . . . *Monarthrodactylae.*

A. Rozmnožovací ústroje obalené rosolem, druhy dvoudomé *Gloeocarpae.*

a. Samičí listy jednoduché, nedělené, jádro hladké bez lišten . . . . . . . . . *1. N. syncarpa.*

b. Samičí listy vidličnatě dělené, jádro s lištnami . . *2. N. capitata.*

B. Rozmnožovací ústroje bez rosolu . . . . . . . . . . . *Gymnocarpae.*

a. Druh dvoudomý . . . . *3. N. opaca.*

b. Druh jednodomý . . . . *4. N. flexilis.*

II. Listy vícekrát vidličnatě dělené, jejich konečné články 2—3buněčné. Korunka neopadavá. Jednodomé druhy . . . . . . . . . *Diarthrodactylae.*

a. Jádro s ostrými lištnami, 0,27—0,38 *mm* dl. . . . . *5. N. mucronata.*

b. Jádro se slabými lištnami, 0,2—0,27 *mm* dl. . . . . *6. N. gracilis.*

2. Rod *Tolypella*.

a. Konečná buňka listu špičatá, sterilní listy jednoduché, rostlina velká . . . *7. T. prolifera.*

b. Konečná buňka listu tupá, jeden nebo více sterilních přeslenů, rostlina malá, jádro nikdy přes 0,37 *mm* dl. *8. T. glomerata.*

3. Rod *Tolypellopsis*.

Jediný druh . . . . . . . . . *9. T. stelligera.*

4. Rod *Chara*.

I. Palistový věnec jednořadý . . *Haplostephanae.*
Lodyha a listy úplně neokornatěné . . . . . . . . . . . . *Ecorticatae.*
Poslední článek listu tvoří s lístky poslední uzliny 3hrotou korunku . . . . . . . . . *10. Ch. Braunii.*

II. Palistový věnec dvouřadý . . . *Diplostephanae.*
A. Okornatění lodyžní má tolik žeber, kolik listů jest asi v příslušné uzlině . . . . . . *Isostichae.*
Dvoudomý druh . . . . . *11. Ch. canescens.*
B. Okornatění lodyžní složeno z hlavních a vedlejších žeber, jež se střídají. Všech žeber asi dvakrát tolik, co listů v přeslenu . . . . . . . . *Diplostichae.*

a. Hlavní žebra s ostny vystupují jako hrany a vedlejší jsou mezi nimi jako vpadlé rýhy, ostny vždy na hranách . . . . . . . . *Tylacanthae.*
† Druh dvoudomý . . . *12. Ch. ceratophylla.*
†† Druh jednodomý.
* Jádro černé.
*α*) Fertilní články listu okornatěné . . *13. Ch. contraria.*
*β*) Fertilní články listu neokornatěné . *14. Ch. Hippelliana.*
** Jádro hnědé.
*α*) Neokornatěný článek listu vždy kratší než poslední okornatěný článek . *15. Ch. intermedia.*
*β*) Neokornatěný článek listu delší i mnohokrát než okornatěná část listu *16. Ch. pannonica.*

b. Hlavní žebra méně vyvinuta, jen jako vpadlé rýhy mezi vedlejšími vyniklými žebry, jež vystupují jako hrany. Ostny na hlavních žebrech ve vpadlých ryhách *Aulacanthae.*

* Ostny na okornatění jednotlivé.

α Články listu i neokornatěné fertilní . . *17. Ch. gymnophylla.*

β) Články listu jen okornatěné fertilní . . *18. Ch. foetida.*

** Ostny na okornatění ve svazečkách po 2—3, zřídka jeden.

† Žebra vedlejší přesahují a zakrývají hlavní . . . . . *19. Ch. rudis.*

†† Žebra oboje stejnoměrně vyvinuta.

α) Konečný neokornatěný článek kratší než poslední okornatěný článek listu . . . *20. Ch. hispida.*

β) Konečný neokornatěný článek delší než okornatěná část listu . . . *21. Ch. bohemica.*

C. Okornatění lodyžní složeno z hlavních a vedlejších žeber, jichž všech asi 3krát tolik, co listů v přeslenu . . . . . *Triplostichae.*

a. Druh dvoudomý . . . . *22. Ch. aspera.*

b. Druh jednodomý.

α) Hlavní žebra i vedlejší stejně silně vyvinuta, úplně bez ostnů nebo bradavek . . . . . . . *23. Ch. fragilis.*

β) Hlavní žebra vyniklá nad vedlejšími se zřetelnými bradavkami nebo ostny . . . . . . . . 24. *Ch. delicatula.*

---

## II.

## Výzkum parožnatek v Čechách.

### 1. Postup českého výzkumu v literatuře.

V Tauschově »Seznamu českých rostlin« nejsou parožnatky vůbec ještě uvedeny. Jan Svat. Presl ve »Všeobecném rostlinopisu« (díl II., Praha 1846) mezi parožnatcovitými (bezcevné mezi jatrovkami a lišejníky) uvádí tyto 3 druhy: *Chara hispida, vulgaris* a *flexilis,* ovšem špatně rozlišené druhy bez poukazu na jejich výskyt v Čechách. Rovněž Ganterer spiskem vydaným v r. 1849 (Die bisher bekannten österreichischen Characeen vom morphologischen Standpunkte bearbeitet) nepřispěl zvláště k poznání českých parožnatek. Teprv F. M. Opiz ve svém »Seznamu rostlin květeny české« (Praha, 1852) udává dle spisu Rabenhorstova »Deutschlands-kryptogamische Flora« pro Čechy 3 Nitelly (*N. gracilis Sm., syncarpa Thuill., flexilis L.)* a 6 Char *(Ch. foetida A. Br. s var. brevibracteata A. Br., tuberculata Opiz, ceratophylla Wl., hispida L., aspera Wl., fragilis Desv.*). Ale, jak již Leonhardi ukázal (l. c. böh. Char., p. 3.) a každý se může v herbáři musejním přesvědčiti, nerozeznal Opiz *Charu* od *Nitelly.* Opiz popsal 2 formy *Chara foetida* jako nové druhy *Ch. tuberculata* a *brachyclados,* ale později přece vynechal ve svém »Seznamu« v r. 1852 již druhý druh, který jest pěknou odlišnou formou od druhých forem *Ch. foetida;* kdežto jako *Chara tuberculata Opiz* vydány Opizem různé formy *Ch. foetida* často habitem se lišící a přece byly uznávány Opizem za samostatný druh. Určení parožnatek Opizem bylo většinou chybné, jen náhodně někdy se mu zdařilo, a při stejných rostlinách nacházíme často dvě různá jména nebo častěji při různých druzích stejná jména. Opiz považoval ku př. 4 druhy (*Nitella flexilis, capitata, mucronata* a *Chara Braunii*), ro-

stoucí druhdy v Král. Oboře u Prahy, za jediný druh *Nitella flexilis*. Jeho určování parožnatek bylo povrchní, nepoužíval lupy ani mikroskopu a proto jeho udání nejsou věrohodná. Zajímavé jest, že při své všestranné činnosti floristické všímal si mimo jiných rostlin i parožnatek, a svou přátelskou družinu sběratelskou upozornil na tyto rostliny, takže z jeho doby zachovalo se dosti dokladů o výskytu parožnatek z nalezišť českých, dnes již neexistujících (okolí pražské a vých. Polabí). V této době Opizově byly známy 3 *Nitelly* a 4 *Chary* z Čech.

První samostatné pojednání o parožnatkách českých sepsal r. 1863 svob. pán Heřman z Leonhardi, uveřejněné v Lotosu (ročn. XIII., duben, květen a červen i ve zvl. otisku) »Die böhmischen Characeen«. Leonhardi na základě kritických prací Alex. Brauna, s nímž byl v úzkém styku, podal přehledně soustavu v Čechách zjištěných druhů s poukazem na druhy vyskytující se v zemích sousedních, jež by mohly se ještě nalézti v Čechách. Ač přidržel se soustavy Braunovy, přece v mnohém vystoupil se samostatnými náhledy, tak zvláště v systematickém rozčlenění, jež později Braun a jiní charologové přijali. Materiál zde zpracovaný byl sebrán z části samým Leonhardim v blízkém okolí panství Stráže u Třeboně, jehož byl majitelem, a pak v okolí pražském, částečně prozkoumán prohlédnutím starších nálezů četných botaniků, uložených hlavně v herbářích: Musea král. čes. (sbírky hr. Sternberga, Waldsteina, Cordy, J. Brachta, Opize, Malinského), universitního v botanické zahradě (sbírka Tauschova a Preslova), křížovnického kláštera pražského, sekčního rady z Heufflerů ve Vídni, med. dr. Ed. Hoffmanna v Praze, med. dr. J. Kalmusa v Brně, prof. dr. A. E. Reussa a jeho syna med. cand. A. Reussa, nakladatele Tempského (se sbírkami Ramischovými a Sýkory), praesidenta kraj. soudu Fr. Veselského v Kutné Hoře, W. Sigmunda syna v Liberci a císař. musea v botanické zahradě ve Vídni. Leonhardi maje již po ruce četnější materiál, mohl i rozlišiti některé formy hojněji vyskytujících se druhů a kriticky posouditi nálezy z doby starší, poukázati na pochybné nálezy, upozorniti budoucí sběratele k dalšímu pozorování určitých nalezišť, kde

dosud sbírány rostliny sterilní a v tom stavu neurčitelné a pod. Celkem v tomto spracování českých parožnatek udává LEONHARDI 6 druhů *Nitell* (*N. syncarpa, capitata, opaca, flexilis, mucronata, gracilis*) a 5 druhů *Char* (*Ch. stelligera, coronata, foetida, hispida, fragilis*) pro Čechy. Rovněž tytéž druhy uvedl LEONHARDI za úplně zjištěné pro českou floru v přednášce v přírodověd. mathem. třídě Král. učen. spol. nauk (l. c. Sitzungsber. 27. dubna 1863). Tamtéž zmiňuje se o *Chara ceratophylla Wallr.*, kterou WELWITSCH v Čechách u Vodňan sbíral a A. BRAUN shlédl ji v herbáři c. k. musea ve Vídni, že prý se tam už žádný exemplář nenachází, ale věří auktoritě obou botaniků a nelze proto mysliti na omyl. Ve zvláštním otisku, darovaném LEONHARDIM ALEX. BRAUNOVI, který jsem získal náhodou od antikváře při rozprodání knihovny BRAUNOVY, nalezl jsem vlastnoruční opravu BRAUNOVOU, že se to netýká jeho, nýbrž GANTERERA, který ji ve vídeňském herbáři viděl. Ještě téhož roku vyšly od LEONHARDIHO dva doplňky v Lotosu »Weitere Characeen-Fundorte« (září, říjen), kde v prvním příspěvku z větší části doplněna stanoviska známých českých parožnatek, rozlišeny četné formy *Chara foetida* a zjištěn nový druh *Ch. gymnophylla*, jež sbírána mimo jiné četné formy parožnatek HIPPELLIM z okolí bělského. V druhém příspěvku jest několik nových stanovisek a forem z Čech a pak uvedeny parožnatky sbírané v jiných zemích.

Následujícího roku (1864) vydal LEONHARDI obsáhlejší spis, jednající o rakouských parožnatkách, »Die bisher bekannten österreichischen Armleuchter Gewächse besprochen vom morphogenetischen Standpunkte«. Tato práce, obsahující mnohé samostatné názory v systematice parožnatek do dnešní doby, byla hlavním pramenem četným botanikům pro poznání flory zemí rakouských a sev. Italie. Vzhledem k dřívějšímu zvláštnímu spracování českých parožnatek uvedena naleziště i formy české stručněji a přidána nová naleziště. Jako nový druh pro Čechy uvedena zde *Chara rudis*, nalezená v herbáři OPIZOVĚ v Museu král. čes., takže počet parožnatek v Čechách zjištěných dostoupil na 12. V dodatku jsou ještě přidána naleziště neúplně sbíraných nebo takových parožnatek, jež ve stavu sterilním nebylo lze přesně určiti. Mimo to

Leonhardi uveřejnil ještě v pozdějších letech »Fortsetzung der Nachträge und Berichtigungen« ve Verhandl. d. naturfor. Vereins in Brünn (Bd. III. a V.), kde uvedl ještě několik nových stanovisek parožnatek z Čech.

V roce 1867 uvedl také Aug. Reuss fil. ke konci svého pojednání »Botanische Skizze der Gegend zwischen Kommotau, Saaz, Raudnitz und Tetschen« (l. c. p. 104) v odstavečku »Characeae« několik druhů parožnatek z čes. Středohoří, jež byly již dříve v Leonhardiho pracích o českých a rakouských parožnatkách uvedeny.

V r. 1869 uveřejnil v Lotosu (p. 98—101) Fr. Mardetschläger »Die Characeen im Allgemeinen und in spezieller Beziehung auf einige im Gebiete von Krumau vorkommende Arten«. Již redaktor Lotosu Weitenweber uvedl v poznámce i na konci tohoto článku, že auktorova udání bez znalosti základních prací Leonhardiho o českých parožnatkách postrádají věrohodnosti a potřebují prohlédnutí odborníka, tehdy zvlášť povolaného prof. Leonhardiho. Mardetschläger uvedl z okolí Čes. Krumlova tyto druhy: *Nitella flexilis, gracilis, tenuissima, syncarpa, Chara foetida* a *fragilis*, jež jen částečně správně určeny (ku př. *N. tenuissima* nesprávně uvedena) a nyní nacházejí se v herbáři Musea král. čes.

Po Leonhardim nalezl pro Čechy nové druhy parožnatek Lad. Čelakovský, který prováděje český výzkum cevnatých, sbíral příležitostně také parožnatky. Dle dopisu v Österreich. botan. Zeitschr. (1876, p. 207) r. 1875 objevil nové druhy: *Chara crinita* a *Tolypella glomerata* v bařinných a slaných tůních podle dráhy mezi Kralupy a Neratovicemi u Oužic a Netřeb; mimo *Chara foetida* zde hojněji také nalezl *Ch. aspera*, do té doby známou jen z pochybných fragmentů sbíraných Opizem u Bohdanče blíže Pardubic.

V témže roce vydána Cohnova »Kryptogamenflora von Schlesien«, v níž Alex. Braun spracoval slezské parožnatky. V úvodní části Braun porovnává floru parožnatkovou slezskou s českou a udává pro Čechy 16 (19) druhů, přihlížeje k výzkumu Leonhardiho a k posledním nálezům Čelakov-

ského, k nimž přičítá i *Chara contraria* z téhož stanoviska, neboť parožnatky u Oužic nalezené mu Čelakovský poslal k revisi. V závorce udaný počet u Brauna o 3 větší se vztahuje k neudržitelným nebo pochybným druhům (*Nitella flabellata, Chara ceratophylla* a *subspinosa*), za to však nebyla Braunem *Chara rudis* k českým parožnatkám počítána.

R. 1878 vyšlo v časopise Vesmír všeobecné pojednání »o parožnatkách« od Lad. Čelakovského na základě dosud známé literatury a připojeno na konci rozšíření parožnatek v Čechách s uvedením 16-ti druhů: *Nitella flexilis, capitata, opaca, flexilis, mucronata, gracilis, Tolypella glomerata, Chara stelligera, coronata, crinita, ceratophylla, contraria, foetida, hispida, aspera, fragilis. Chara ceratophylla,* ač pochybná, zařazena, *Ch. gymnophylla* a *rudis* vynechána. Udání stanovisek jest stručné dle výzkumů Leonhardiho a již zmíněných nálezů Čelakovského. Také v témže roce uveřejnil Čelakovský pojednání »Über die morphologische Bedeutung der sog. Sporensprösschen der Characeen« (Flora, Regensburg).

Po smrti Al. Brauna vydány byly r. 1882 Nordstedtem »Fragmente einer Monographie der Characeen von Al. Braun« (Abhandl. berl. Akad.), v nichž nacházíme časté odkazy stanovisek z dřívějších prací o českých parožnatkách. Rovněž užito udání u druhů, jež rostou v Čechách ve spisku v témže roce vydaném P. Sydowem »Die bisher bekannten europäischen Characeen«.

V roce 1883 uveřejnil v Lotosu Pavel Hora »Versuch einer Flora von Pilsen«, kde uvádí mimo jiné rostliny 4 druhy parožnatek (*Chara coronata, foetida, fragilis* a *Nitella capitata)* z bližšího okolí plzeňského.

Později v r. 1887 vydal Čelakovský druhé vydání své »Analytické květeny Čech, Moravy a Rak. Slezska«, v němž ve zvláštním, ke konci knihy připojeném přídavku přidal klíč parožnatek. České druhy i zde uvedeny jsou dle starších již výzkumů a shodují se v počtu druhů i stanovisek s uvedenými v r. 1878 ve Vesmíru. Všeobecnějšího rázu jest poslední pojednání Čelakovského v časopise Flora (1902) »Die Berindung des Stengels durch die Blattbasen«.

Ve II. vydání Rabenhorstovy Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz »Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz«, vydávaném od r. 1890—1897, spracovány monograficky W. Migulou parožnatky, hlavně středoevropské, se zřetelem k ostatním zemím evropským. Tu i použito udání z dřívějších publikací nebo dokladů z exsikkatních sbírek o parožnatkách českých. Migula (l. c. p. 86), jednaje o zeměpisném rozšíření parožnatek, zařazuje k středoevropské oblasti pod XII. oddělením Čechy incl. Moravu, a uvádí, že dosud lépe jsou známy jen jednotlivé části Čech, zvláště Polabí. Z dosud již nalezených uvádí všechny už dříve z dřívějších výzkumů Leonhardiho a Čelakovského známé druhy, přibíraje i *Chara delicatula*, u kteréž však (l. c. p. 755) nemá žádného stanoviska ani z Čech ani z Moravy. Patrně náhodně tento druh přidal při výčtu ostatních druhů, což ostatně vysvítá z počtu 19 druhů i z předchozích (l. c. p. 84) srovnávání okolních zemí Slezska (16) a Saska (19) dle počtu druhů. Tato Migulova udání všeobecná o rozšíření parožnatek vydaná tehdy v prvním sešitě nemohou býti směrodatnými, neboť v sešitech v pozdějších letech vydaných uveden ještě jiný druh *Chara intermedia*) z Čech. K dosud neprozkoumaným zemím středoevropským počítá Migula (l. c. p. 78) na malé výjimky celé Rakousko. V systematické části uvádí Migula při příslušných druzích i rozšíření jejich v Čechách, mnohdy zaměňuje však naleziště moravská s českými neznaje topografii těch zemí. Stanoviska česká uvedena u některých druhů dle prací Leonhardiho a Čelakovského, jednotlivě jen několik málo nových dle exsikkatů zaslaných Migulovi P. Horou z okolí Plzně a Polabí. Rovněž užil Migula materialu z Čech při popsání některých forem: *Nitella opaca f. longifolia A. Br.*, *N. gracilis f. polyglochin Siegmund, f. conglobata A. Br.*, *Chara coronata f. maxima Mig.*, *Ch. intermedia f. condensata Mig.*, *Ch. foetida f. rudis Mig.*

V r. 1901 sepsal jsem dissertaci »české parožnatky«, jež nachází se jako manuskript v archivu filosofické fakulty české university v Praze. Nebyla vydána tiskem pro pozdější propracování forem a doplnění výzkumu z neprozkoumaných ještě do té doby krajin českých. Ve svém pojednání »o útvar-

né biologii rašelin jihočeských (Sborník čes. společn. zeměvědné, 1901) uvedl jsem z okolí třeboňského více nových stanovisek *Nitell* a *Chara Braunii* (coronata), kterouž tu Leonhardi marně hledal v dřívějších letech. Ve výroční zprávě gymnasia v Pelhřimově (1903) pojednal jsem »o systematickém významu parožnatek a jejich zeměpisném rozšíření v Evropě«, kdež jest podáno přehledné rozšíření českých parožnatek v rámci flory evropské.

V připojené tabulce jest přehledný postup výzkumu českých parožnatek v jednotlivých dobách.

| Jméno druhu | Opiz v seznamu (1852) | Leonhardi v rak. char. (1864) | A. Braun v slezských char. (1876) | Čelakovský v anal. kv. (1887) | Migula v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) | V této práci (1913) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. *Nitella syncarpa* . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2. » *capitata* . . . . . | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3. » *opaca* . . . . . . | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4. » *flexilis* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5. » *mucronata* . . . | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6. » *gracilis* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7. *Tolypella glomerata* . . | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8. » *prolifera* . . . . | — | — | — | — | — | 1 |
| 9. *Tolypelopsis stelligera* . | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10. *Chara Braunii* . . . . . | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11. » *canescens* . . . . | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12. » *ceratophylla* . . | ? | 1 | ? | 1 | 1 | 1 |
| 13. » *contraria* . . . . | — | — | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14. » *Hippelliana* . . . | — | 1 | — | — | — | 1 |
| 15. » *intermedia* . . . | — | — | — | — | — | 1 |
| 16. » *pannonica* . . . | — | — | — | — | 1 | 1 |
| 17. » *foetida* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18. » *gymnophylla* . . | — | 1 | 1 | (1) | 1 | 1 |
| 19. » *hispida* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20. » *bohemica* . . . . | — | — | — | — | — | 1 |
| 21. » *rudis* . . . . . . | — | 1 | — | (1) | 1 | 1 |
| 22. » *aspera* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23. » *fragilis* . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24. » *dellicatula* . . . | — | — | — | — | — | 1 |
| Celkem . . . . . . . . . . . | 7 | 16 | 16 (19)[1] | 16 (18)[2] | 19 | 24 |

[1]) Mimo pochybnou *Ch. ceratophylla* a nyní neuznávané za druhy: *Nitella flabellata* a *Chara subspinosa* a pak ještě Ch. *rudis*.

[2]) Mimo neuznané: *Ch. gymnophylla* a *rudis*.

## 2. Postup floristického výzkumu.

První dobu výzkumu českých parožnatek možno položiti na počátek min. století. V této době v první polovině XIX. stol. jednotliví botanikové porůznu sbírali tyto tajnosnubné mimo jiné rostliny a ukládali je ve svých herbářích nebo výměnou zasílali je jiným botanikům. Určení druhů nebylo z velké většiny správné, neboť v té době nebylo snadné opatřiti si srovnávací materiál a knihy jednající o parožnatkách. Většina těchto vydávaných v Německu před vydáním spisů Braunových nevalně prospěla k poznání parožnatek. Proto většina nálezů ze starší doby správně oceněna teprv později Leonhardim a A. Braunem. Do této doby spadá ještě činnost družiny horlivých botaniků seskupených kolem Opize, jenž věnoval značnou pozornost kryptogamům. Sbírány hojně mimo jiné rostliny také parožnatky těmito nadšenými botaniky, ale určení jejich byla ponejvíce pochybná.

Druhá doba výzkumu parožnatek v Čechách vyznačuje se působením prvního monografa českých parožnatek, professora filosofie na pražské universitě sv. p. z Leonhardi, jenž prozkoumal vědeckým způsobem a kriticky dřívější nálezy a sám horlivě sbíral v různých krajinách českých. Ve svých spisech dovolával se všudy součinnosti ostatních botaniků v Čechách a podařilo se mu získati několik floristů, z nichž vedle jiných vynikl podrobným prozkoumáním svého nejbližšího okolí setník v. v. J. Hippeli v Bělé u Bezděze.

Zájem o sbírání parožnatek po vydání spisů Leonhardiho znenáhla utuchl a tu pak jen jednotlivci vyvinuli horlivější činnost při sbírání parožnatek. V letech 70tých min. stol. Jos. Dědeček zabývaje se zvláště s mechy, sbíral příležitostně hojně parožnatky. Rovněž i Lad. Čelakovský při výzkumu cevnatých objevil některé druhy a nová stanoviska známých druhů a sbíral parožnatky příležitostně k pozdějšímu spracování. Také četná družina českých floristů provádějících výzkum pod vedením Čelakovského zjistila mnohá naleziště parožnatek v Čechách. Ale z té doby byla dodnes větší část materialu v herbářích neurčeného, protože Čelakovský sám neurčoval všechny parožnatky, ty

pak, jež se mu zdály zvláštními, zaslal A. BRAUNOVI k revisi, tuše nové druhy.

Větší sbírku parožnatek českých shromáždil po dlouholeté činnosti sběratelské, vyčerpávající hlavně střední Polabí J. VELENOVSKÝ, jenž první sbíral v Čechách typickou *Chara intermedia*. V posledních 30ti letech sbírány jen po různu parožnatky v Čechách od jednotlivých sběratelů. Od r. 1896 pak auktor každoročně sbíral soustavně po celých Čechách chystaje souborné spracování českých parožnatek.

Českého výzkumu floristického parožnatek súčastnili se od nejstarších dob až do dnes zvláště:

BAUDYŠ E. dr. techn., assistent botaniky na pražské čes. vys. škole techn., v okolí Jičína (1911—1913).

BERCHTOLD BEDŘ. hr. med. dr., zemř., na Táborsku (v první pol. XIX. stol.).

BRACHT J., c. k. setník, zemř., v okolí Frant. Lázní (1839).

BREITENLOHNER dr., řed. továrny, zemř., u Chlumce u Třeboně (1839).

BUBÁK FR. dr., professor botaniky na hosp. akademii v Táboře, v Polabí (1902).

ČELAKOVSKÝ LAD. dr., prof. botaniky na čes. univers., zemř., po celých Čechách (1864—1885).

ČELAKOVSKÝ LAD. syn dr., professor botaniky čes. pražské vys. šk. techn., v záp. Čechách (1886).

DANĚK GUSTAV dr., assistent botan. úst. čes. univers., v okolí pražském (1913).

DĚDEČEK JOS., školní rada a prof. čes. reálky v Karlíně v. v. v Dol. Chabrech, po celých Čechách (1867—1880).

DOMIN KAREL dr., professor botaniky na čes. univers., v Polabí (1902).

EICHLER G. dr. med., v okolí Teplic (1853—1854).

FAUSTUS R. MUDR. v Praze, v okolí N. Benátek a Lysé n. Lab. (1888).

FREYN J., staveb. rada, zemř., u Opočna (1879).

GINTL OTTO JUDr., em. advokát, v okolí pražském (v družině Opizově).

HÄNKE T. dr. med. a phil., zemř., v okolí pražském a Polabí (v I. pol. XIX. stol.).

Hansgirg Ant. dr., professor gymn. a univers. v. v., v okolí Hradce Králové (1881).
Häusler Jos., zámecký kaplan n. Orl., v okolí Kostelce nad Orl. (1886).
Hippelli Jos., c. k. setník v. v. v Bělé, zemř., v okolí Bělé u Bezděze (1861—1865).
Holbach, hospod. kontrolor, v okolí Křivoklátu (1877).
Hora P., býv. assistent něm. univ. bot. zahr. pražské, zemř., v Polabí a v okolí Plzně (1882—1884).
Hrabal, u Čes. Kamenice (1853).
Jechel Fr. dr., professor na bohoslov. semináři v Č. Budějovicích, zemř., na Budějovicku ( v letech 60tých min. století).
Jirsák, kolem Netřeb v Polabí.
Jiruš Boh. šl. dr., dvorní rada a prof. na čes. univers., zemř., v okolí pražském (1863).
Kalmus Jak. dr., lékař v Brně, zemř., v okolí pražském (1853 až 1855).
Karl, farář ve Fugavě, zemř., v sever. Čechách (v pol. min. stol.).
Kavina Kar. dr., assistent bot. úst. čes. univ., v okolí pražském (1913).
Knaf Jos. dr. med., lékař v Chomutově, zemř., v okolí Chomutova (1855).
Konrád (Conrad), měšťan tepelský, zemř., v okolí Teplé a Mar. Lázní (v polovici min. stol.).
Krátký Frant., ředitel reálky v Praze, u Mar. Lázní (1883).
Kratzmann Emil dr. med., v Mar. Lázních, v sev. Čechách (v min. stol.).
Langer, ranhojič v Liberci, v okolí Liberce (v min. stol.).
Leonhardi Heřman svob. pán dr., professor filosofie na pražské universitě, zemř., po celých Čechách (1848 až 1867).
Malinský, inž., zemř., v okolí Děčína (1854).
Mann Václ. dr. med., zemř., po různu v Čechách (1820).
Mardetschläger Fr., druhdy děkan ve Slavkově, v okolí čes. Krumlova (1869).
Novák Ladislav, posluchač právn. fak., v okolí Čáslavě (1909).

Opiz Fil. Maxm., koncepista kamerálních forstů v. v., zemř., v okolí pražském a střed. Polabí (1840—1858).

Petrbok J., učitel v Kojeticích, v Polabí (1912).

Peyl Jos., vrchní zahradník v Kačině, zemř., v okolí Kutné Hory, (v min. stol.).

Podpěra Jos. dr., professor II. čes. reálky v Brně, v Polabí a sev. Čechách (1894—1902).

Polák Kar., v Praze, zemř., v okolí pražském a Polabí (1874—1880).

Pospíchal Ed., gymn. professor v Terstu, v okolí Dymokur (1870).

Presl Kar. Boř. dr. med., prof. přírodopisu na pražské univers., zemř., v okolí pražském (v I. pol. XIX. stol.).

Purkyně Em. ryt. dr., professor na lesnické škole v Bělé, zemř., na Budějovicku a v okolí pražském (v polovici min. stol.).

Radba Napol. MUDr., v již. Čechách (1900).

Reuss Jan, kupec v Ostrově pod Krušnými Horami, zemř., v sev.-záp. Čechách (1839).

Reuss Aug. dr. med., professor na vídeň. univers., v sev.-záp. a středních Čechách (1860—1864).

Reuss A., syn předešlého.

Rohlena Jos., odborný učitel v Praze, v sev.-vých. Čechách (1900).

Roubal Jan, professor reálky v Příbrami, v okolí Chuděnic (1898).

Saska Max., professor gymn. v Žižkově, v okolí Rožďalovic (1901).

Schauta (Šouta) Jos., lesník v Hvězdově u Mimoně, v okolí Dokes a Mimoně (1867).

Schöbl Jos. dr. med., professor na čes. univers., zemř., v okolí pražském (1854—1855).

Schmidt Fr. Willibald, prof. botaniky v Praze, zemř., v Rudohoří (v min. stol.).

Siegmund Vilém, soukromník v Liberci, v okolí Liberce (1859).

Siegmund Vilém syn, továrník v Liberci, v okolí Liberce (1859).

Sitenský Frant. dr., zemský inspektor hosp. školství v Praze, v sev. Čechách (1880).

Štěpán J. V., prof. hosp. školy v Č. Budějovicích, v již. Čechách (od 1911).

Sternberg Kašpar hr., majitel panství Radnického, zemř., v záp. Čechách (v I. pol. min. stol.).

Sýkora Jos., úředník na panství Štiřínském, zemř., u Jílového (1817—1818).

Tempský Bedř., nakladatel v Praze, v okolí Podmokel (1863).

Tocl Karel dr., prof. gymn. v Příbrami, zemř., v Polabí (1891—1896).

Velenovský Jos. dr., professor botaniky na čes. univers., po celých Čechách (1876—1913).

Vilhelm Jan dr., professor první čes. reálky pražské, po celých Čechách (1896—1913).

Všetečka Frant., druhdy lékárník v Nymburce, později materialista v Praze, v okolí Nymburka (v pol. min. stol.).

Wahlenroth K. F. W., pruský dvorní rada, zemř., v okolí Rychnova (v pol. min. stol.).

Wellwitsch Bedř., prof. botaniky v Lisaboně, zemř., v okolí Vodňan (v I. pol. min. stol.).

Mimo tyto sběratele uložili své sbírky parožnatek v herbáři Musea král. čes.: hr. Waldstein, Corda, J. Malý, Tausch, z Heufflerů, Ed. Hoffmann, Fr. Ramisch, Fr. Veselský a jiní, ale nelze souditi bezpečně z nedostatečně často vyplněných etiket, zda rostliny sbírali v Čechách sami nebo pocházejí z jiných zemí nebo získali je jen výměnou, darem nebo koupí. Valná většina parožnatek, uložených asi do let 70tých min. stol. v herbářích Musea král. čes., opatřena jest kritickými poznámkami sv. p. Leonhardiho a Alex. Brauna.

### 3. Zeměpisné rozšíření.

Zeměpisné rozšíření parožnatek v Čechách patří dnes částečně k dějinám českého rostlinstva v minulém století. Dnešní sporá stanoviska těchto rostlin nemohou podati názorný obraz celkového osazení vod českých tímto zajímavým

typem tajnosnubných. Parožnatky jsou odkázány svým životem na různé lokality vodní a proto jest velice pozoruhodné jejich rozčlenění zeměpisné.

Dosud nebyl známý širší výzkum parožnatek v Čechách, a proto nebylo možné také činiti závěry o rozšíření druhů a výskytu jejich v určitých jen krajích. Dřívější práce o českých parožnatkách založeny byly na poměrně skrovném materiálu, který nevyčerpal všechny důležitější lokality botanické, nebo nebyl dosud určen.

České druhy netvoří žádný zvláštní celek, aniž vyznačují se nějakými zvláštnostmi v oblasti středoevropské, ke které náležejí, přece však zrůzněnými podmínkami životními jeví variabilitu mnohdy svéráznou, shodující se jen částečně s touto v zemích sousedních. Z charakteristických druhů pro oblast středoevropskou (*Chara scoparia, tenuispina, dissoluta, Kokeili*) nevyskytuje se žádný v Čechách, ale zase jiné poukazují na zvláštnost české flory parožnatkové (*Chara Hippelliana, bohemica, pannonica*). Z 50 až 60ti druhů evropských připadá na naše poměrně malé území skoro polovina, a sice 6 druhů rodu *Nitella*, 2 dr. *Tolypella*, 1 dr. *Tolypellopsis*, 15 dr. *Chara;* rody *Lamprothamnus* a *Lychnothamnus* nemají v Čechách žádného svého zástupce.

Většina druhů vyskytuje se v Čechách na četných lokalitách a variabilita jejich jest pak velice značná, takže možno na českých rostlinách sledovati vývoj druhů a forem tohoto mnohotvárného jinak malého oddělení rostlinstva. Jen menší počet druhů nachází se jen na ojedinělých místech, ale i tu formy nejsou zcela totožné s formami zemí sousedních.

Pro srovnání české flory parožnatkovité s okolními zeměmi, obklopujícími naše území, jest potřebí uvésti, pokud dodnes známo, z výzkumů floristických toto:

V Bavorsku vyskytuje se 17 druhů: Nitella syncarpa, capitata, opaca, flexilis, mucronata, gracilis, *Lychnothmanus barbatus,* Chara Braunii, ceratophylla, contraria, *strigosa,* gymnophylla, foetida, rudis, hispida, aspera, fragilis.

V Sasku 20 druhů: Nitella syncarpa, capitata, opaca, flexilis mucronata, gracilis, *batrachosperma,* Tolypella glo-

merata, prolifera, *intricata,* Tolypellopsis stelligera, Chara canescens, ceratophylla, contraria, *polyacantha,* foetida, intermedia, hispida, aspera, fragilis.

Ve Slezsku 15 druhů: Nitella capitata, opaca, flexilis, mucronata, gracilis, *tenuissima, Tolypella intricata,* Tolypellopsis stelligera, Chara Braunii, ceratophylla, contraria, foetida, hispida, aspera, fragilis.

Na Moravě 11 druhů: Nitella capitata, flexilis, mucronata, Tolypella prolifera, glomerata, Chara Braunii, contraria, foetida, hispida(?), aspera, fragilis.

V Dolních Rakousích 12 druhů: Nitella opaca, *translucens,* Chara Braunii, contraria, intermedia, gymnophylla, foetida, *crassicaulis,* rudis, hispida, aspera, fragilis.

V Horních Rakousích 8 druhů: Nitella opaca, mucronata, Chara ceratophylla, contraria, *strigosa,* foetida, aspera, fragilis.

Z uvedeného jest zřejmé, že druhy rostoucí v zemích sousedních skoro vesměs jsou zastoupeny v české floře až na nově popsané druhy a *Chara delicatula;* z těchto však v Čechách nebyly dosud nalezeny některé druhy na př.: *Nitella translucens, batrachosperma, tenuissima, Tolypella intricata, Lychnothamnus barbatus, Chara strigosa, polyacantha, crassicaulis.* I co do počtu druhů jsou Čechy vzhledem k okolním zemím nejbohatší, zvláště pak nikde nebylo zjištěno poměrně veliké množství různých stanovisek a značná variabilita forem některých druhů jako v Čechách.

Parožnatky ještě v době nedávné bývaly v Čechách hojněji rozšířeny, v době přítomné ničí se jejich přirozené lokality. Těch pozvolna mizí rok od roku stále více, takže oprávněně pokládáme již nyní mnohé druhy za vyhubené v české floře. Životními podmínkami jsou odkázány většinou na vody stojaté, jež dnes všeobecně se vysoušejí pro zvýšení produkce polního hospodářství. A tím jak osud těchto vod tak i těchto rostlin jest navždy snad rozhodnut. Nedoufáme, že by parožnatky se nějak zachránily při odvodňování našich řek a potoků, tůní, při rozsáhlém melioračním odvodňování polí, luk a rašelin v rozsáhlých rozměrech v přítomné a budoucí době po celých Čechách prováděném. Živoří sice dnes

zase v nových drenážních stružkách a příkopech, zaneseny byvše sem ptactvem vodním. Jsou to zejména jen druhy, jež houževnatě se udržují na jakémkoli stanovisku překonávajíce všechny nepříznivé okolnosti, zvláště vzdorujíce občasnému vyschnutí vody. Nejbohatší kraj s hojnými původními stanovisky parožnatek, střední Polabí, mající druhdy četné tůně a bařinné louže, pozvolna mění svoje původní přirozená stanoviska hlavně odvodněním a zužitkováním jich k účelům hospodářským. Při tom hluboce založená síť drenáží sbírá vodu z celé krajiny, tůňky a příkopy zcela vysýchají, prameny z povrchu klesají do větší hloubky a parožnatky pozbývají prostředí, v němž dříve rostly.

Druhdy proslulé botanické lokality středního Polabí mezi Mělníkem, Všetaty, Čelakovicemi, Lysou, Kostomlaty, Nymburkem, Sadskou a Poděbrady, vyznačující se bařinnými loukami t. zv. kyselkami a honosící se krásným rostlinstvem květeny ponticko-pannonské, ztenčeny jsou již na nepatrné zbytky. Většina bývalých kyselek polabských proměněna jest již v úrodnou půdu, ve které výtečně daří se obilinám, řepě, okurkám, cibuli. Tak pozvolna mizejí dnes kyselky všetatské, vavřinecké, u Mělnické Vrutice, čelakovické, na Hrabanově u Lysé, u Benátské Vrutice atd. a jedná se nyní vážně o reservaci*) aspoň jedné malé kyselky polabské, aby potomstvu zachován byl ráz význačné flory, jež druhdy byla přední ozdobou květeny české. Mělo by býti pamatováno na zachování tůní polabských nejen s florou fanerogamickou, ale i kryptogamickou.

Zbytky parožnatek polabských uchýlily se pravidelně do příkopů odvodňovacích na loukách a do tůněk mnohdy velmi rozsáhlých kolem náspů železničních, z nichž některé mívají hojně vody a některé zcela nevysychají v suchých letech. Jsou-li však okolní pozemky v novější době odvodněny i tato poslední útočiště těchto rostlin od jara do podzimu úplně vysychají a parožnatky odtud zmizejí.

Podobně jako s tůňkami a příkopy na bařinných lukách má se to i s rybníky. Dnes v úrodnějších krajinách

*) Daněk Gustav: Phytogeografický nástin českého středního Polabí. Sborník Klubu přírodovědeckého v Praze. 1912.

rybníkářství nevynáší tolik co žírné půdy řepné a pšeničné a z toho důvodu zrušují se znenáhla velké a malé rybníky. Těchto zrušených rybníků v době nejnovější jest v Čechách velký počet. Právě tyto rybníky bývaly hlavním nalezištěm parožnatek.

V pramenech a potocích vyskytují se parožnatky velice zřídka a ve větších potocích a řekách českých skoro vůbec nerostou. Jen v zavodňovacích příkopech a ve strouhách protékajících vysušené rybníky znovu se usazují druhy nejrozšířenější a nevybírající si stanovisko jako na př. *Chara foetida.*

Ze starších stanovisek parožnatek v Čechách, jež dnes úplně vymizely, dlužno vzpomenouti kyselek vzniklých na místě bývalých velkých rybníků Blata a Křečkovského blíže vesnice Pátku u Poděbrad, vysušených do značné hloubky provedeným odvodněním, kde starší generace českých botaniků hojně sbíraly parožnatky. I u samého města Prahy bývalo před 50ti lety naleziště parožnatek honosící se značným počtem druhů. V pobřežní části rybníka, který se nacházel asi blíže zadní restaurace, a ve stružkách lučních v Král. Oboře rostly v hojnosti i v různých formách: *Nitella flexilis, mucronata, Chara Braunii,* jež sbírala nadšená družina sběratelů tajnosnubných rostlin soustředěná kolem českého botanika M. Opize i professor filosofie pražské university svob. pán z Leonhardi. Tento marně protestoval ve svých spisech a marně dožadoval se uchování této tak zajímavé lokality v blízkosti Prahy a university. Odvodnění tohoto stanoviska stalo se hlavně pro odstranění nelibého zápachu pocházejícího od četných tu rostoucích parožnatek a způsobeného také hnitím zbytků rostlinných a vysycháním bahna při větších vedrech. Podobným způsobem zmizela celá řada bývalých lokalit parožnatek z nejbližšího okolí pražského. Rovněž soustavným hlubokým odvodněním k účelům zemědělským mizejí v posledních letech tůně mezi Oužicemi a Netřeby, druhdy hostící halophytní parožnatky české.

Rozšíření druhů parožnatek v Čechách zajímavé jest zvláště některých. Nejobecnější a nejhojnější *Chara foetida* a *fragilis* rostou skoro po celých Čechách, tvoříce na zrůzněných lokalitách při změněných podmínkách životních četné

formy. První z nich má rozšíření ze všech českých parožnatek největší. Poněvadž oba tyto druhy pravidelně inkrustují vápnem, nejčastěji se vyskytují v krajinách, kde v geologickém podkladu nachází se vápenec. Proto nenalézáme je ku př. v rybničnaté a rašelinné třetihorní pánvi třeboňské, ač na rašelinách severočeských rostou.

*Chara Braunii* vyskytuje se roztroušeně po celých Čechách v rybnících zvláště také tam, kde jiné druhy pravých *Char* nerostou (Třeboňsko).

Z rodu *Nitella* největší rozšíření má *N. opaca* roztroušeně rostoucí po celých Čechách, jež není vybíravou ve volbě svého stanoviska. Také tento druh za různých podmínek životních tvoří četné formy. Na různých místech ve všech skoro částích Čech setkáme se s *N. capitata* a *gracilis*.

Pozoruhodným jest rozšíření *Chara hispida* jen ve středních Čechách, od Roudnice až k Bohdanči u Pardubic skoro v přímé čáře. V tomto pruhu území, jež zabírá skoro celé střední Polabí, nacházíme i *Ch. intermedia, pannonica a bohemica*, i mizící lokalitu halophytních rostlin mezi Kralupy a Neratovicemi s *Ch. canescens* a *Tolypella glomerata*. Zde i hlavní rozšíření má *Ch. aspera* vyskytující se ještě u Bakova a Dokes v sev. Čechách.

Ve středních Čechách dosud osamoceně vyskytují se *Tolypella prolifera* (u Rožďalovic) a *Chara delicatula* (u Chlumce n. Cidl.). *Ch. contraria* zjištěna dosud hlavně ze středních a severních Čech roztroušeně tu se vyskytující v různých formách. Zvláštní výskyt dvou druhů parožnatek *Chara gymnophylla a Hippelliana*, jež obě jsou na neokornatěných listech fertilní, jest význačný pro okolí Bělé u Bezděze, kde rostou na několika podobných lokalitách.

Menšího rozšíření dosahují v Čechách *Nitella syncarpa* a *flexilis* vyskytujíce se roztroušeně jen na málo lokalitách.

V novější době nebyly sbírány *Tolypellopsis stelligera* a *Chara ceratophylla*, druhdy nalezené v jihočeských rybnících, *Ch. rudis* v Rudohoří a *Nitella mucronata* v Král. Oboře u Prahy, poslední vyhubená vysušením stanoviska.

Podstatně velký vliv na rozšíření parožnatek působí poměry klimatické. Sucho a mrazy jsou mocným činitelem při

udržení druhů na určitá stanoviska a tedy tím přímo řídí zeměpisné jich rozšíření. Jednoletost a vytrvalost jednotlivých druhů parožnatek podmíněna jest podobně těmito vlivy.

Pro rozšiřování druhů parožnatek jest důležité znáti směry tahů stěhovavých ptáků vodních, jež přenášejí na svém těle snadno spory a tak mohou i k nám vniknouti jižní nebo severní druhy parožnatek. Pěkný doklad tohoto rozšiřování druhů jižnějších do Čech jest *Chara Braunii,* kterou marně na Třeboňsku hledal Leonhardi, jež jest nyní zde hojně rozšířena. Lze spíše souditi, že tu v době Leonhardově nerostla, neboť pozorný sběratel nemohl ji přehlédnouti. Rovněž tento druh marně hledal ve Slezsku Al. Braun považovav ji za jižní druh v Čechách jen se vyskytující. V novější době však Migula udává i ze Slezska celou řadu stanovisek. Toto rozšiřování Ch. Braunii od jihu k severu možno vysvětliti jen prostřednictvím ptactva.

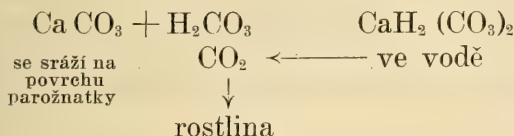
Většinou jsou parožnatky obyvateli nižších poloh a zřídka v Čechách vystupují do hornatější krajiny. Jihočeská rybničná a rašelinná oblasť poměrně vyniká přes 400 m nad hladinu mořskou. V pramenech, potocích a říčkách našich pohraničních hor a horských jezírkách šumavských a krkonošských dosud nebyly nalezeny stopy po parožnatkách, ač v jiných zemích evropských a zvláště v jiných dílech světa vystupují do výšky přes 2000 m n. m., ale při tom nejeví žádných zvláštních rozdílů od forem nížinných.

Ani nelze v Čechách sledovati roztřídění druhů dle hloubky vod, neboť nemáme v Čechách hlubších rybníků nebo jezer, jaké nacházejí se v jiných zemích.

Některé druhy (na př. *Chara foetida)* vzdorujíce houževnatě na stanovisku všem nepříznivým klimatickým poměrům, po vyschnutí vod v suchých, parných letech, po vymrznutí mělkých vod, po čištění příkopů znova se objevují v hojnosti. Zhoubně na parožnatky působí vody znečisťované odpadky továrními a kanalisačními. Podobně jako ve vodách znečistěných výkaly a hnijícími organickými látkami parožnatky nerostou také v lesních bařinách s hnijícími rostlinnými látkami a tříslovinou, rovněž v prudce tekoucích vodách nebo v černé rašelinné a bahnité vodě. Vody presycené organickými látkami, bařinné a rašelinné tůně a pří-

kopy, zvláště bohaté na huminové kyseliny vyhledávají často jisté druhy na př. *Nitella gracilis, capitata, Chara contraria, hispida, fragilis.*

Velký vliv na rozšíření parožnatek má také chemická a fysikální povaha vody, ve které rostou, podobně jako u jiných suchozemských rostlin tytéž vlastnosti půdy. Velkého významu jest vyskytování se většiny druhů rodu *Chara, Tolypella* a některých druhů *Nitella* ve vodách, ve kterých rozpuštěn jest dvojuhličitan vápenatý. Tyto mnohé druhy parožnatek bývají pak různým způsobem inkrustovány (okorány) vápnem*) na lodyhách, listech a cystokarpech, nikdy však na antheridiích. Bývá to tenčí nebo tlustší vrstva vápenná, tvořící jakýsi obal kolem rostliny nebo se usazuje v páskách na této. Někdy i kolem jádra jest vápenný plášť. Ve vodě rozpuštěný dvojuhličitan vápenatý působením vegetační chemické činnosti rostliny se rozkládá v kysličník uhličitý, jenž jest diffundován rostlinou, a v jednoduchý uhličitan srážející se na povrchu parožnatky dle vzorce:




Některé druhy rodu *Nitella* skoro pravidelně nebývají inkrustovány, podobně i zřídka jen *Chara Braunii.*

Obyčejně vysvětluje se inkrustování parožnatek jako ochranný obal proti intensivním paprskům slunečním a jaksi má dodávati tuhosti a pevnosti jejich okornatění proti škodlivým zevnějším vlivům mechanickým. K tomu však dlužno poznamenati, že zvápenatěné některé druhy rodu *Nitella*, zvláště pak tenké formy s chabými lodyhami a listy, nejsou pravidelně inkrustovány jako na př. *Nitella flexilis f. laxa, N. opaca f. laxa, N. gracilis.* Zřídka pak jen v malém množství bývá inkrustována *Chara Braunii,* jež jest zcela neokornatěná podobně jako *Nitelly.* Právě tyto parožnatky by

*) Při určování překáží inkrustace a proto rozpouští se tento obal ponořením rostlin do slabého roztoku kyselin zvláště octové nebo solné.

potřebovaly inkrustace spíše než druhy neokornatěné a uvedené příklady ukazují, že důvody dosud uváděné, mající účel inkrustace parožnatek vysvětliti, nejsou všeobecně platné. Spíše dlužno souditi, že hlavní vliv na inkrustaci má chemické složení vody, mimo to pak větší nebo menší vegetační chemická činnost určitého druhu nebo formy. O prvním přesvědčil jsem se pěstováním *Chara fragilis.* Z téhož individua nechal jsem vyklíčiti jádra v několika aquariích, z nichž rostliny pěstované jen ve vodě vltavské z vodovodu po celý skoro rok neinkrustovaly, v jiných pak, kde byla původní voda z tůně z Polabí a jen později doplňována byla říční vodou, inkrustovaly již mladé rostlinky sotva vyvinuvše první přeslen listový. Jiný důvod pro toto tvrzení jest na př. *Chara Braunii*, jež v krajinách (bez vápna) rašelinných (Třeboňsko) neinkrustuje, ve střed. a sev. Čechách na vápenném podkladě rostoucí mírně inkrustuje. Podobně nacházíme jiné druhy v Čechách zpravidla inkrustované *(Chara foetida)* i vzácně formy týchž druhů zcela neinkrustované dle různých lokalit. Pro druhý důvod svědčí okolnost, že okornatěné druhy s větším množstvím buněk sloužících k assimilaci spíše inkrustují než druhy neokornatěné. Zdá se však, že inkrustace u parožnatek podmíněna jest ještě jinými okolnostmi, jež jsou asi složitější.

Zvláštní pak jest výskyt jistých druhů (*Chara canescens, Tolypella glomerata)* výlučně ve vodách, jež obsahují rozpuštěné anorgan. sloučeniny solí. I jiné druhy mohou v takových slaných vodách růsti vyskytujíce se zároveň ve vodách sladkých (*Chara aspera, foetida, ceratophylla, Nitella flexilis).* Slanomilné druhy buď vůbec neinkrustují nebo jen mírně bývají inkrustované. České druhy slanomilné ze stanovisek u Oužic a u Bečova jsou buď úplně neinkrustované (*Nitella flexilis f. laxa, Chara canescens),* buď slabě inkrustované *(Chara canescens, foetida, aspera),* buď silně inkrustované *(Tolypella glomerata, Chara foetida, fragilis).* Patrně slanost vod českých jest nepatrná a proto zde více parožnatky inkrustují. Zajímavé jest, že *Chara canescens* sbíraná v r. 1876 jest neinkrustovaná, v r. 1896 pak inkrustovaná, což svědčí o pozdějším úbytku slanosti roztoku vodního v tůních u Oužic.

Rozpuštěné různé anorganické sloučeniny železa ve vodě snesou jen některé druhy *(Chara foetida, contraria)*.

Pro rozšíření parožnatek nezdají se míti však jiné látky rozpuštěné ve vodách žádného vlivu.

* *
*

Pro zemědělství mají parožnatky význam zvláště velké a hojně inkrustované druhy v těch krajinách, kde ve spoustách se objevují. Tu vyhrabují se železnými hraběmi z vody, nebo při vypouštění rybníků za příčinou rybolovu vybírají se s bahnem a pak rozhazují se na pole jako užitečné hnojivo.

Menší význam mají chary pro rybářství a to jen, vyskytují-li se v rybnících osázených. Přispívají zde k chovu ryb okysličováním vody, tvoří podklad pro vajíčka vodního hmyzu, srážením uhličitanu vápenatého atd.

---

## 4. Část speciální.

### Parožnatky (Charophyta).

*(Characeae Lois Claude Richard, Humb. et Bonpl. nov. gen.* 1815.)

I. Čeleď: **Nitellaceae** Leonhardi, Böhm. Char. p. 9 (Lotos 1863 p. 69).

Rostliny měkké a ohebné, jen některé druhy někdy inkrustované vápnem. Lodyhy a listy vždy neokornatěné. Přesleny složené ze 4—8 listů, zmnožených někdy menšími listy akcessorickými, zřídka jednoduchých, častěji s jednou nebo se 2—3 lístkovými uzlinami. Počet listů v přeslenu jest pro určité druhy dosti stálý. Lístky silně vyvinuté mohou podobně jako listy dále 1—2 krát se děliti. Antheridie jsou vždy terminální na místech, kde se dělí listy a lístky nebo na jednobuněčných akcessorických listech. Cystokarpy vznikají z listových uzlin nebo z basilárních uzlin antheridiových a listových *(Tolypella)* a jsou v posledním případě velmi krátce stopkaté. Korunka cystokarpu jest malá, 10-ti buněčná, slo-

žená ze 2 nad sebou 5-ti buněčných kruhů, bezbarvá, u některých druhů před zúrodněním opadává. Bez vápenného pláště kolem jádra.

1. Rod: **Nitella** Agardh, Syst. Algar. 1824 p. XXVII.

V přeslenu bývá 6 nebo 8 listů, mimo něž ještě u některých druhů vyskytují se 2 nebo více akcessorických. Listy jsou buď s jednou uzlinou lístkovou s 1—3 lístky zakončené, buď tyto lístky, jichž počet potom větší (4—7), mají zase uzliny lístkové, což ještě může se jednou opakovati. Poslední lístky pak, jež se už nedělí, bývají jedno- nebo dvou- buněčné, zřídka 3—5-ti buněčné, konečná buňka zcela malá a krátká. Antheridie na nízké, terčovité, stopkaté buňce, kterouž odděleny jsou od uzliny, sedí terminálně na konci uzlin listů a lístků pravidelně mezi lístky jako ve vidlici uprostřed postranních lístků. Cystokarpy postranní vyrůstají přímo z lístkových uzlin jako lístky v rozmanitém počtu buď jeden buď více (2—5), u jednodomých druhů pod antheridiem. Jsou kulaté, podlouhle kulaté nebo vejčité podoby. Korunka buď opadává a obalné buňky cystokarpu se nahoře silně rozvírají (*N. syncarpa, capitata, opaca, flexilis)*, buď zůstává ještě na zralých cystokarpech (*N. mucronata, gracilis)*.

Rostou nejraději v mírně tekoucí nebo stojaté, čisté vodě, v lučních příkopech, v odvodňovacích stokách, v potůčcích, v kalužích, v tůních, u břehů v rybnících, nikdy však v bahnitých nečistých, černých rašelinných vodách. Barva jejich jest krásně světle někdy i temně zelená, nejsou-li inkrustovány. Někdy *Nitelly* bývají pokryty množstvím cizích organismů, zvláště různých druhů diatom a řas, a tím vzniká jejich zabarvení do hnědězelena, hněda, tmavohněda, za sucha zdají se téměř černavé. Zřídka bývají inkrustovány vápnem (*N. capitata, opaca*), pak jsou šedozelené, bělavě šedé nebo tmavošedé.

I. *Monarthrodactylae* (Flexiles). Listy jen jednou dělené, jejich konečný článek jednobuněčný, korunka opadává.

A. *Gloeocarpae:* Rozmnožovací ústroje obalené rosolem*), druhy dvoudomé.

a) Samčí listy jednoduché, nedělené; jádro hladké, bez lišten.

1. **N. syncarpa** (Thuill.) Kützing, Phycologia germanica (1845), p. 256.

Leonhardi, böhm Char. (1863) p. 9; Österr. Arml. (1864) p. 48; A. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 396; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 30; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 10; Migula, Char. in Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 98; Synopsis Char. europ. (1898) p. 27; Giesenhagen, Untersuch. über die Char. p. 83.

Celkovým zjevem podobná *Ch. flexilis,* od které rozeznává se dvoudomostí. Bývá 20—30 *cm* vys., tenká, ohebná, esklá, světle nebo tmavě (do černa) zelená, zřídka místy inkrustovaná. Samčí rostliny mívají volné (zřídka i stažené) přesleny, u samičích přesleny buď stažené v t. zv. hlavičky, buď s volnými dlouhými listy. Lodyha je tenká a štíhlá, v průměru 0,5—1,0 *mm* tlustá. Délka lodyžních článků jest rozličná, mohou býti až 10 *cm* dl. Listů v přeslenu 8 a nejčastěji z úžlabí prvních 2 listů vyrůstají postranní větve. Listy samčích a sterilních rostlin dichotomicky dělené, 2—4hroté, samičích obyčejně jednoduché, nedělené, bez lístků. Konečky listů jsou zašpičatěné stluštěním blány buněčné na konci buňky. Délka listů je opětně různá, u našich forem bývá až přes 5 *cm.* Antheridie jednotlivé na listech, cihlově červené, 0,4—0,45 *mm* v průměru, jež jsou jako cystokarpy obaleny rosolem. Cystokarpy obyčejně 2—3, zřídka 1 nebo více než 3, 0,5—0,6 *mm* dl., 0,4—0,54 *mm* šir. se 7—8 závity. Jádro skoro hladké, s málo vyniklými hranami lišten, podlouhle kulaté, nebo vejčité, tmavě kaštanově hnědé nebo černé, 0,36—0,4 *mm* dl., 0,30—0,34 *mm* šir.

*) Ke zjištění rosolu kolem rozmnožovacích orgánů vaří se vto pod krycím sklíčkem na objektivním sklíčku na kahanu a pak barví se roztokem methylové modři. Po několika minutách se čistou vodou praeparát vypere a je-li rosol kolem rozmnožovacích orgánů, objeví se širší kruh a zvláště vniknuvší do rosolu mikroorganismy modře zbarvené.

Jednoletá rostlina vyvinuje se z jádra v dubnu a květnu. Jádra uzrávají na konci léta a na podzim. V zimě po odpadnutí cystokarpů rostlina se úplně rozpadne.

Tento druh rozšířen roztroušeně jen v Evropě v čistých tichých vodách, v tůních, rybnících i hlubších jezerech, méně však v lučních příkopech.

V tůnkách u rybníka Tisý blíže Lomnice n. Lužn. (1909 Vilh.) a v rybníce u Sychrova blíže Turnova v hloubce $^1/_2$ *m* bohatě plodná, v hloubce 2 *m* sterilní až 1 *m* dlouhá (1913 Vilh.). Ze starších stanovisek: v malém rybníce v Kamenických lesích (1818, Sýkora), v odtokové stružce z rybníka u sv. Víta blíže Třeboně (1863, Leonh.); dále dle Braunova určení v herbáři musejním *f. laxa* u Schlackenwerthu v malém rybníce na staré silnici ku Karl. Varům (1839, kupec Reuss), ster. u Nových Dvorů (Peyl), v rychle tekoucím potoce u Einsiedlu (1848, Leonh.).

V Čechách zdá se, že tento druh jest více rozšířen, ale dosud málo jen sbírán, neboť výzkum větších rybníků pro jednotlivce jest dosud velmi obtížný. Zvláště ve větší hloubce rostoucí parožnatky jsou skoro nedostupné, a proto *N. syncarpa* tak málo z Čech známa. Jinak tento druh podobá se zevně *N. flexilis*, od něhož rozliší se snadno dvoudomostí. Od ostatních druhů této skupiny Nitell pozná se také snadno: od *N. opaca* vyvinutým rosolem kolem rozmnožovacích orgánů, od *N. capitata* pak samičími listy jednoduchými, nedělenými. Formy rozlišené A. Braunem a Migulou nelze rozlišovat na skrovném materialu z Čech. Variační odchylky českých rostlin uvedeny jsou v popisu tohoto druhu.

b) Listy samičí rostliny vidličnatě dělené. Jádro s lištnami.

### 2. N. capitata (N. ab Es.) Agardh, Systema Algarum (1824) p. 125.

Leonhardi, böhm. Char. (1863) p. 10; Österr. Arml. (1864) p. 47; A. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 396; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 31; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 12; Migula Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 111; Synopsis Char. europ. (1898) p. 29.

Rostlina dvoudomá, zevní podobou stěží dá se na první pohled rozeznati od *N. opaca* nebo *syncarpa*, zvláště sterilní a samčí rostliny. Stálým znakem jsou hlávkovité útvary, jež vyskytují se také u některých forem *N. syncarpa*. Bývá 20 až 30 *cm* vys., v řidších trsech rostoucí, hojně rozvětvená, netvoří nikdy velké trsy jako jiné *Nitelly*. Obyčejně mívá barvu jasně a sytě zelenou, inkrustovaná pak bývá špinavě zelená. Lodyha poměrně dosti tlustá, 0,5—1,0 *mm* v průměru, články lodyžní až 9 *cm* dl. Přesleny obyčejně 6—8listé, bez akcessorických listů. Všechny plodonosné listy vidličnatě dělené s 1—2 nebo 3 postranními lístky. Konečky listů a lístků nejsou jako u *N. syncarpa* stluštěné, nýbrž tvoří mnohdy jakýsi malý hrot, vystupující z tupě zakončeného konce buňky. Dolení přesleny zhusta sterilní. Samčí rostliny, ač se mnoho od samičích neliší, bývají o něco málo menší. Antheridie po jednom, úplně podobné *N. syncarpa*, 0,6 *mm* v průměru. Cystokarpy na místech, kde se listy dělí, po 2—3 pohromadě, velice zřídka 4, kulatě vejčité, 0,42—0,48 *mm dl*. Korunka malá opadává před oplozením. Jádro skoro kulaté, tmavě kaštanově hnědé až černé, se 6ti silně vyniklými, ostrými lištnami, 0,3—0,35 *mm* v průměru. Membrána jádra hladká.

Dvouletý druh vyvinuje se již v srpnu a září z jádra a utvoří několik přeslenů sterilních před mrazy na podzim, pak přes zimu odpočívá do jara. Na jaře velice rychle roste a často již v dubnu fruktifikuje. V červenci nalezneme na stanovisku úplně již rozpadlé rostliny.

Rozšíření zeměpisné *Ch. capitata* jest velice rozsáhlé, neboť vyskytuje se skoro po celé Evropě, v Africe, Asii a sev. Americe, zvláště v čistých vodách, jinými vodními rostlinami nezarostlých, v jílovitých, hlinitých a bařinných loužích a tůních, často kolem náspů železničních, v příkopech lučních a silničních, zřídka v rybnících. Potřebuje k své existenci volný přístup světla a proto mizí často ze stanovisek zarůstavých jinými rostlinami, právě tak znovu se objevuje, má-li podmínky životní příznivé.

Variační rozmanitost forem tohoto druhu není vůbec značná. Formy mívají často přechody mezi sebou, takže vyhraněné formy jsou poměrně vzácné. Z Čech známa jest do-

sud jen ze sporých nalezišť a z tohoto důvodu také rozmanitost českých forem jest nepatrná.

Druhdy sbírána u Liberce (Langer), v rybníce Barbořině u Duchcova (1863, Leonh.), společně rostoucí s Utricularia minor a N. gracilis v lese u Stráže (1864, Leonh.).

Z význačnějších forem českých sluší uvésti:

1. *f. capituligera* A. Braun. (Migula, Rabenh. Kryptfl. p. 117.)

Forma 20—30 *cm* vys., hojně rozvětvená a křovitá, s četnými hlavičkami, jež usušené, je-li inkrustována, jsou načernalé. Listy nejdolejších přeslenů sahají až do středu lodyžních článků, hořejší lodyžní články jsou mnohem kratší, takže jsou listy úplně zakryté. Hlavičky jsou $^1/_2$—$^3/_4$ *cm* v průměru, velmi husté, s krátkými listy, jež vynikají obyčejně jen jako útlé špičky. Plodonosné přesleny nejsou nikdy volné, nýbrž tvoří vždy hlavičky. Samčí rostliny jsou směstnanější s menšími hlavičkami a kratšími lodyžními články, takže se zdají celkem menšími. Tyto vyskytují se řidčeji. Cystokarpy českých rostlin poměrně velké, podlouhle kulaté, 0,528—0,624 *mm* dl., 0,448—0,512 *mm* šir., jádro jen 0,352 *mm* dl., se 6ti ostrými tenkými lištnami.

Tato forma všeobecně se vyskytující po celé Evropě sbírána v Čechách u Kostomlat před Nymburkem (1885, Velen.), v tůních u severozápadní dráhy blíže Všetat (1876, Čelak.).

2. *f. longifolia* A. Braun. (Migula, Rabenh. Kryptfl. p. 118.)

Tuto formu uvádí Migula z Čech v Rabenhorst. Krypt. Fl. p. 118. (Fig. 33) sbíranou P. Horou z okolí Plzně v rybničním příkopě u Křinic (1882), jež jest nižší, s málo přesleny, s dlouhými však články lodyžními a s velmi dlouhými listy daleko přesahujícími články lodyžními. Vzpřímená a silně vzrostlá forma, málo jen rozvětvená. Jednotlivé trsy jsou složené jen ze 3—4 lodyh šikmo z půdy vyrůstajících. Počet hlaviček není tak nápadný jako u předešlé formy, neboť jsou značně menší a špičky listů nejsou téměř viditelné. Hlavičky vyrůstají v úžlabí listů těsně u samé lodyhy a dodávají tak zcela zvláštní charakter této formě, jež blíží se k hlavičkovitým formám *N. opaca*. Tato heteromorphní forma má poměrně málo

přechodů k jiným formám. Skoro nikdy neinkrustuje. Podobné formy sbírány na různých místech v Německu.

3. *f. elongata* Leonh. böhm. Char. 1863, p. 10.

Tato zvláštní forma habitem podobná *N. flexilis* sbírána byla Leonhardim v Král. Oboře v Praze (1853) a nyní nachází se v herbáři musea král. čes. Jest velice statná, světle zelená, asi 40 *cm* vys., s listy 3—4 *cm* dl., s články lodyžními 6 *cm* dl. Tamtéž nalézá se tato forma z jiného stanoviska sbírána Leonhardim: z tůňky u cihelny mezi Stráží a Přibrází v již. Čechách (1863). Leonhardi srovnávaje tuto formu s rostlinami z Německa shledal, že jest silnější a větší než tyto, samčí pak rostliny byly pak dvakrát větší než samičí. Rostliny jsou celkem asi 22 *cm* vys., s články lodyžními $2^1/_2$—6 *cm* dl., s listy až 3 *cm* dl. a s malými hlavičkami.

*B. Gymnocarpae:* Rozmnožovací ústroje bez rosolu.

a. Dvoudomý druh.

3. **N. opaca.** Agardh, Systema Algarum (1824) p. 124.

Leonhardi, böhm. Char. (1863) p. 10; Österr. Arml. (1864) p. 46; Al. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 397; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 32; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 14; Migula, Char. in Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 121; Synopsis Char. europ. (1898) p. 31.

Nitella rozmanitého habitu, obyčejně statná rostlina, 25 až 30 *cm* vys., někdy vyšší, vzhledu méně křovitého, ač bývá hojně rozvětvena. Formy s volnými přesleny i s hlavičkami. Lodyha a listy jsou tuhé, žlutozelené až tmavě zelené. Tmavší barva u tohoto druhu převládá. Listy a lístky jsou tlustší než u předešlých druhů. Listů v přeslenu 6—7, bez akcessorických listů. Všechny listy jsou vidličnatě dělené (1—3 postranní lístky). Konec listů vybíhá v krátkou tupou nebo ostřejší špičku. Tvar těchto špiček listů jest u různých forem i sterilních individuí konstantní a jsou u samé špičky (zvláště u listů z hlaviček) po obou stranách černé. Rostliny samčí a samičí napohled úplně si podobné. Antheridie bez obalu rosolovitého, hnědočervené, 0,4—0,5 *mm* v průměru. Rovněž cystokarpy bez rosolu, nejčastěji po 2, řidčeji 1 nebo 3. Část

cystokarpu t. zv. krk obalných buněk jest asi 1/3 celého cystokarpu dlouhá pod malou, opadavou korunkou. Cystokarp jest 0,45—0,5 *mm* dl. a 0,4—0,45 *mm* šir. Jádro podlouhle kulaté až vejčité, černavě hnědé až černé, neprůhledné, 0,3 *mm* v průměru, se 6ti tlustými, tupými listnami. Bývá buď neinkrustovaná, buď jemně nebo hrubě inkrustovaná.

Parožnatka tato považovala se dříve za jednoletou, ale Migula dokazuje, že za příznivých okolností vytrvává několik let. Jádra uzrávají v srpnu a v září.

Tento druh rozšířen jest skoro po celé Evropě, dále v Africe, v Asii a sev. Americe. Vyskytuje se na různých stanoviskách, zejména v rybnících, příkopech a v tůních. Ve volbě stanoviska není zvlášť vybíravý; nepotřebuje úplně volného přístupu světla, neboť roste často mezi jinými rostlinami vodními a následkem toho jest stálejší na jednom místě. Z toho důvodu jest také *N. opaca* v Čechách ze všech Nitell nejrozšířenějším druhem, rostouc na rozmanitých stanoviskách za spolupůsobení různých klimatických činitelů, různého složení půdy a vody, při různém osvětlení, vytvořuje četné formy, jež svou zevní podobou jsou velmi rozlišené, habituelně mohly by býti považovány za několik různých samostatných druhů. Teprve po podrobnějším vyšetření podstatných znaků u parožnatek celkem stálých pro vymezení druhu možno tento druh určiti, neboť habitem svým často podobá se *N. flexilis i N. capitata*, od prvního liší se svou dvoudomostí a od druhého rozmnožovacími orgány bez rosolu. Také zvláštní zakončení listu u rozmanitých forem jest celkem stálé. Na konci listu zvláště na hlavičkách jest krátká, úzká špička, pod kterou bývá list načernalý, což i u sterilních rostlin jest význačné k rozlišení od *N. capitata*, jež nikdy nemívá začernalé listy. Podobně začernalé listy u *N. flexilis* se také vyskytují, ale listy nezakončují špičkou význačnou pro N. opaca, nýbrž tupějším a stlustlým koncem.

K vymezení forem *N. opaca* nejvíce přihlíží se na různé vytvoření hlaviček, jež dodávají zvláštní výraz celé rostlině. I tu vyskytují se často formy přechodné, ač mnohé jsou zvlášť výrazné.

1. *f. pseudoflexilis n. f.*

Rostliny úplně neinkrustované nebo slabě inkrustované, tenší i silnější, bledozelené až tmavozelené (*pallida* a *atrovirens*), podobné vnějším zjevem úplně *N. syncarpa* nebo *N. flexilis.* Listy nedosahují nebo přesahují články lodyžní. Jest to větší skupina forem, jež odpovídají *f. longifolia A. Br* a *f. simplex A. Br.* Rostliny často sterilní nebo málo plodné, řidčeji bohatě plodné. Bez důkladného vyšetření snadno dají se zaměniti s jinými druhy Nitell, jimž se zevně podobají.

V rašelinných stružkách na »Faule Wiesen« mezi Jestřebím a Podhrází u Dokes (1902, Vilh.), v rybníčku na Táboře u Jičína (Siten.), v rybníce Pařezu u Zámostí pod Prachovskými Skalami u Jičína útlá forma zcela podobná N. syncarpa s listy samičími nedělenými (1911, Baud.), v rybníce u Rožďalovic (1901, Saska), v tůních u Jizery u Nov. Benátek (1872, Děd.), v studánce na všetatských loukách u Vavřince (1901 Vilh.), v odvodňovacích příkopech mezi Mělnickou Vrutící a Jelenicemi u Mělníka (1902, Vilh.), v tůních vltavských proti Roztokům u Prahy (1872, Děd.), v potočních tůních v Čechticích u silnice ke Královicům (1875, Děd.), v louži u hajnovny »Sobek« nad rybníkem Opánka u Jeníčkové Lhoty u Tábora (1900, Nap. Radba), v luční stružce u rybníka u sv. Víta blíže Třeboně (1899, Vilh.), u starých lázní a u Pazderny u Písku (1872, Děd.), f. skoro úplně černá u Putími společně s Ch. fragilis (Děd.), v Žinkovském rybníce u Nepomuka (1876, Čelak.), na kraji rybníka »Nového« v Čekanicích (1878, Velen.), u Marian. Lázní (1883, Fr. Krátký), ve Vltavě u Čertové Stěny na Šumavě (1878, Děd.).

2. *f. laxa* A. Braun. (*Migula*, Rabenh. Kryptfl. r. 128 a Fig. 36.)

Forma dlouholistá, málo rozvětvená, vysoká, tenká, bledě zelená, chabá, s lodyhami a větvemi dolů klesajícími, neinkrustovaná, s listy dolů obrácenými, často jen s jedním postranním lístkem.

V Čekanicích na dně rybníka Záblického (1876, Velen.).

3. *f. subcapitata* Migula, Rabenh. Kryptfl. p. 130.

Dlouhá, trochu chabá forma, s velmi prodlouženými, až 2 cm dl. články lodyžními, málo rozvětvená, s listy dosahu-

jícími čtvrtiny článku lodyžního, často se 2—3 lístky na ste-rilních i plodonosných listech. Dlouhé články lodyžní a krátké větve s hlavičkami v úžlabí listů dodávají zvláštní ráz této formě, připomínající poněkud Tolypella intricata. U českých rostlin jsou antheridie 0,56 *mm* v průměru, cystokarpy, 0,56 *mm* dl., 0,43 *mm* šir., jádro podlouhlé, červenohnědé, s tupými lištnami, 0,38 *mm* dl., 0,35 *mm* šir.

Samičí rostliny s hlavičkami 0,5—1 cm v průměru u panského mlýna u Rakovníka (1877, Holbach na Křivoklátě), samičí rostliny s drobnějšími hlavičkami v příkopech u Opočna k Pulicím (1880, Čelak.).

4. *f. heteromorpha* Migula, Rabenh. Kryptfl. p. 131.

Forma prostřední velikosti, prostředně silná, hojně rozvětvená, pro zvláštní tvar hlaviček spíše volnější než směstnaná. Sterilní listy prostředně dlouhé, úplně volné a odstálé, kdežto plodonosné v malé, zcela úzké hlavičky stažené. Větve mívají často jen takové plodonosné přesleny, jež se dále nerozvětvují. Vyvinuté antheridie 0,5—0,6 *mm* v průměru. Migula udává tuto formu z jediného stanoviska ze Švýcar (Val de Travers). Ač české rostliny s popisem Migulovým úplně se neshodují, ale v podstatných částech mu vyhovují i s vyobrazením se shodují, proto sem zařazeny.

V příkopech u dráhy blíže Lysé n. L. (1876, Děd.) v čistých vodách lučních u Staré Lysé (1885, Velen.), v potoce v lukách u Čečelic (1885, Velen.), ve stružce luční u Čelakovic (1902, Vilh.), na všetatských lukách v hlavním odvodňovacím příkopě u Vavřince (1902, Vilh.).

5. *f. conglobata* Migula, Rabenh. Kryptfl. p. 131.

Zvláštní forma celkovým habitem, 20—30 *cm* vys. Články lodyžní dosti dlouhé (až 8 *cm*) a skoro 1 *mm* tlusté, listy veškeré seskupené v malé a husté hlavičky, asi 0,5 *cm* v průměru. Plodonosné listy nejčastěji se 2 značně silnými lístky, sterilní se 3—4 lístky. Lístky a hlavní paprsek stejně dlouhé a tlusté s velmi silnou blanou buněčnou. Listy 3—8 *mm* dl. a skoro 0,7 *mm* tlusté. U českých rostlin antheridie 0,54—0,67 *mm* v průměru, cystokarpy ve tvaru obrácené hrušky, 0,5—0,68 *mm* dl., 0,45—0,48 *mm* šir.; jádro tmavočervené se 6ti zřetelnými úzkými, ostrými lištnami, 0,35—0,40 *mm* dl., 0,32—0,38 *mm* šir.



Obr. 32. *Nitella opaca* Ag., *f. conglomerata* Br. z tůně u Všetat.

Prostředně nebo jen málo inkrustované rostliny zbarvení tmavohnědého.

Migula popsal tuto formu dle rostlin švýcarských (Onnens, Canton de Vaud) z herbáře techniky curyšské a dle jeho udání podobná forma prý nachází se bez udání bližšího

stanoviska s označením »Fl. Bad.« v herbáři techniky v Karlsruhe sbíraná BRAUNEM.

Ve stoce u bažantnice u Vavřince na pokraji kyselek všetatských směrem k Mělníku (1899, VILH.), podobná f. s menšími hlavičkami v bařinných příkopech u Pohoře blíže Opočna (1879, FREYN).

6. *f. conglomerata* (incl. *glomerata, subglomerata*) A. BRAUN (*Migula*, Rabenh. Kryptfl. p. 131.)

Články lodyžní dlouhé, ale méně četné, při tom rostliny přiměřeně nízké (8—13 *cm*). Listy velmi dlouhé daleko přesahují přes malé hlavičky směstnaných plodonosných přeslenů. V úžlabí dvou někdy také více listů jednoho přeslenu vyrůstají velmi zkrácené hlavičkami ukončené větve. Lístky na plodonosných listech jsou pravidelně delší než hlavní paprsek. Cystokarpy českých rostlin 0,48 *mm* dl., 0,45 *mm* šir., jádro tmavočervené nebo kaštanově červené, 0,38 *mm* dl., 0,35 *mm* šir., s 8-mi tupými lištnami. Hrubozrně inkrustovaná.

Forma tato vyskytuje se roztroušeně v Německu, hojněji ve Francii. V tůních podle severní dráhy mezi Byšicemi a Všetaty na několika místech (1901, Vilh.).

Do dnešní doby byla známa *N. opaca* od LEONHARDIHO vydání čes. a rak. parožnatek v Čechách jen ze 3 nalezišť: u silnice blíže Kamenice (1817, SÝKORA) a v rybníce u Předboje (1863, LEONH.), kteroužto poslední nacházející se v herbáři Musea kr. čes. možno srovnati s *f. heteromorpha* rostoucí na všetatských lukách, dále v rybníce v levo u silnice u hostince blíže Krče u Prahy (sbíral dr. OTTO KRAUSE z Drážďan).

b. Jednodomý druh.

4. **N. flexilis** (E. ex p.) AGARDH, Systema Algarum (1824) p. 124.

LEONHARDI, böhm. Char. (1863) p. 10.; Öster. Arml. (1864) p. 49; A. BRAUN, Char. v. Schles. (1876) p. 397; BRAUN-NORDSTEDT, Fragmente (1882) p. 34; SYDOW, Europ. Char. (1882) p. 17; MIGULA, Char. in Rabenhorst Kryptfl. (1897) p. 132; Synopsis Char. europ. (1898) p. 34.

Velice podobná parožnatka v některých formách *N. syncarpa* a *N. opaca*, od nichž liší se, že nemá rozmnožovací ústroje obaleny rosolem i svou jednodomostí. Bývá 25—40 *cm* vys., i vyšší, zelená nebo tmavě zelená i hnědězelená. Lodyha štíhlá, ohebná, málo rozvětvená, s lodyžními články obyčejně 3—4 *cm*., zřídka 6—8 *cm* dl. Přesleny nejčastěji 6ti listé, s 1—2 akcessorickými listy. Konec listu má význačný tvar a jest stálým znakem pro všechny listy a lístky tohoto druhu. Stlustěná špička listu ukončena jest tupě. Všechny listy jsou vidličnatě dělené a uprostřed mezi vidlicí lístkovou bývá terminální antheridium a u sterilních místo něho o jeden lístek více. Na místech, kde se dělí plodonosné listy pod antheridiem, nacházíme obyčejně 1—2, zřídka 3 nebo 4 cystokarpy dolů namířené. Antheridie jsou malé, 0,35—0,45 *mm* v průměru. Vyvinují se dříve než dospějí cystokarpy a také dříve opadávají. Oplození děje se spermatozoidy jiných individuí. Cystokarpy jsou mnohem větší, podlouhlé, 0,6—0,8 *mm* dl., 0,5—0,7 *mm* šir., se 7—9ti závity. Korunka malá, opadavá. Jádro plodu vejčité, velké, 0,4—0,5 *mm* dl. a 0,3—0,4 *mm* šir. s hladkou hnědou membranou.

Fruktifikuje v létě. Z jádra vyvinuje se rostlina na podzim a již do mrazů vytvoří často první 2 přesleny. Kde voda v zimě úplně nevymrzne, bývá vytrvalá. Poněvadž obyčejně opadávají dříve antheridie, zdá se často jednodomou a proto může se snadno zaměniti s *N. opaca*. Při podrobnějším prohlédnutí u *N. opaca* jsou lístky na basi těsně vedle sebe, kdežto u *N. flexilis* po opadnutém antheridiu jest prázdné místo nebo mezi lístky jest malý prostor volný.

Vyskytuje se skoro v celé Evropě, pak v Asii a sev. a již. Americe. Roste nejčastěji v mělkých vodách, v lučních stružkách s mírně tekoucí vodou, v potůčcích, v příkopech u silnic, v tůních, v bařinných a rašelinných vodách, nebo řidčeji na pokraji v rybnících a v slaných tůních, kde rostou jiné halophytní rostliny. Ač zdánlivě pokládala se dosud za nejrozšířenější druh Nitell v Evropě, přece již Migula udává poměrně málo stanovisek, zvláště však uvádí, že mnohá stanoviska *N. flexilis* udávaná jsou nejistá a spočívají na záměně s *N. opaca*. Tak tomu i v Čechách, neboť po podrobném srovnávacím studiu Nitell jeví se tento druh celkem dosti vzácným.

Rozmanitost forem *N. flexilis* není tak značná jako u jiných druhů Nitell a celkem zdá se tento druh dosti ustáleným, nepřihlíží-li se k nepatrným variacím normální formy. Vyhraněných forem pozorováno dosud málo a A. BRAUN popsal 5 forem, jež i MIGULA přijal, jejichž odchylné znaky jsou zase jen založené nejvíce na vzrůstu a mívají často přechodní formy mezi sebou. Pro rozlišení forem u *N. flexilis* může býti rozhodujícím, je-li lodyha rostliny prodloužena a přesleny od sebe oddálené, nebo je-li tato velmi zkrácena a pak přesleny stažené, jsou-li listy stejně dlouhé nebo delší než lodyžní články, nebo jsou-li listy kratší než lodyžní články, jsou-li špičky listů velmi zkrácené, jsou-li konečné články listů velmi tlusté nebo tvoří-li konečně se hlavičky.

*N. flexilis* sbírána v Čechách v normální formě: U Liberce (LANGER), u České Kamenice (HRABALL), v lesních příkopech u Šluknova u Fugavy v sev. Čechách (KARL), Wiedern (1848) a Příbraz u Stráže (1861 a 1863, LEONH.), v Král. Oboře u Prahy (1849 OPIZ, 1852 LEONH., SCHÖBL), u Struhařova (1875, ČELAK.), v rybníce Kirchschlagu u Čes. Krumlova (herb. musej.), u Štiřína (z herb. hr. BERCHTOLDA), Antlberg v cihlářském rybníčku (ŠOUTA), v malém Maxdorfském rybníce blíže Podmoklí (1863, TEMPSKY), Rotenhaus u Chomutova (1855, KNAF), u Kačiny blíže Kutné Hory (PEYL).

Z význačnějších forem vyskytují se v Čechách:

*1. f. longifolia* A. BRAUN.

Listy $1^1/_2$krát delší než lodyžní články, rostliny silné a vysoké, slabě rozvětvené, málo nebo méně hojně fruktifikují než krátkolisté formy. Obyčejně vyrůstají četné lodyhy z půdy, takže rostliny se zdají křovité. U českých rostlin antheridie 0,42 *mm* v průměru, cystokarpy 0,72 *mm* dl., 0,59 *mm* šir., jádro 0,48 *mm* dl., 042 *mm* šir.

V potocích a příkopech se zvolna tekoucí vodou. V příkopě za rybníkem Světem a ve stružce s čistou vodou v lese na Starých řekách u Třeboně (1899, VILH.), v jílovitém příkopě lesním mezi Brannou a Chrastí u silnice z Třeboně do Nov. Hradů (1899, VILH.), v potoce chvalšinském u Čes. Krumlova (herb. musej.). Druhdy v Král. Oboře u Prahy (1852 LEONH.).

2. *f. brevifolia* A. Br. (f. brachyphylla brevissime furcata elongata verticillis plerumque quinquefoliis Leonh., Lotos 1863).

Lodyhy asi 40 *cm* vys. s četnými články, listy krátké (asi 1 *cm* dl.), sotva do polovice dosahující článků lodyžních, často velmi vzpřímené a málo od lodyhy odstálé. Rostliny zdají se kostrbaté a často hnědavé, jsouce řasami hojně pokryté.

V tůňce u malé cihelny v pravo na cestě mezi Stráží a Přibrazí (1863, Leonh.). Vydána: Braun a Rabenh. Char. exs. Nr. 55. V malém rybníčku u Bostína blíže Něm. Brodu (1864, dr. H. W. Reichardt).

3. *f. subcapitata.* A. Br. (var. subcap. Leonh. Öster. Arml. Gew. p. 50).

Vyznačuje se od normální formy zvláště tím, že poslední plodonosné přesleny lodyžní jsou nahloučeny v hlavičky. Tyto hlavičky jsou ostatně velmi různého tvaru a přecházejí v znenáhlých přechodech k hlavní formě.

Roste na stejných stanoviskách s normální formou, ale řidčeji se vyskytuje. V stružkách odvodňovacích na bařinné louce za rybníkem Světem pod Libínem u Třeboně (1899, Vilh.), u Stráže (1848, Leonh.), na širokém místě železničního příkopu as půl hodiny za Běchovicemi směrem od Prahy (1853 a 1861, Leonh.), druhdy také v Král. Oboře v Praze (J. Kalmus; 1853, Leonh.).

4. *f. laxa n. f.*

Tenká, málo rozvětvená, chabá, světlezelená forma, přes 30 *cm* vys., s volně odstálými listy, jež bývají až 6 *cm* dl., s články lodyžními 6—8 *cm* dl. Podobná habituelně zcela N. opaca f. laxa.

V tůni u Bečova v Rudohoří (na stanovisku halophytních rostlin).

Jako zvláštní formu uvádí Leonhardi (l. c. Lotos, 1863) *f. antheridiis stipatis,* která nachází se v herbáři Musea král. čes. Antheridie jsou na stopce skoro stejně dlouhé nebo delší než antheridium, podobně jako bývají u *Tolypell.* Tuto zvláštní formu sbíral Leonhardi s dr. Breitenlohnerem

na četných místech pod Humlenským rybníkem nedaleko Lutové u Třeboně (1863).

*II. Diarthrodactylae.* Listy vícekrát vidličnatě dělené, jejichž konečné články 2—3buněčné. Korunka neopadavá. Jednodomé druhy.

a. Jádro s ostrými lištnami, 0,27—0,38 *mm* dl.

5. **N. mucronata** A. Braun, Schweiz. Char. (1847) p. 9.

Leonhardi, böhm. Char. (1863) p. 11; Öster. Arml. (1864) p. 53; A. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 398; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 50; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 22; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 149; Synopsis Char. europ. (1898) p. 38.

Rostlina 20—25 *cm* vys., hojně rozvětvená, barvy tmavozelené, obyčejně hnědavé, neinkrustovaná. V přeslenu 6 listů, z nichž nejčastěji sterilní bývají dvakrát, plodonosné třikrát dělené. Konečné segmenty složeny bývají ze 2—3 buněk. Poslední buňka jest krátká, 3—8krát užší než předcházející, v podobě malé špičky (mucro). Antheridie malé, 0,2—0,25 *mm* v průměru. Cystokarpy po jednom, zřídka v páru. Jádro podlouhle kulaté, se 7-mi tlustými silně vyniklými lištnami, hnědé až skoro neprůhledně černé, 0,26—0,36 *mm* dl. Membrána jádra jemně mřížkovitě prohloubená. Rozmnožovací ústroje bez rosolovitého obalu. Jádra uzrávají ku konci léta a na podzim; fruktifikuje již v květnu.

Při určování jedině s *N. gracilis* může se snadno zaměniti, poněvadž v některých formách jest jí velice podobná. Podrobnějším ohledáním jádra, zvláště jeho barvou, vyniklými ostře lištnami a strukturou membrány se rozliší.

Zeměpisné rozšíření tohoto druhu sahá skoro po celé Evropě, Asii, Africe a Americe. Ve volbě stanoviska jest málo vybíravá a vyskytne se i tam, kde by pravidelně parožnatky nikdo nehledal. Tak na př. v pramenech, studánkách, příkopech, rybnících až do hloubky 20 *m*.

A. Braun rozlišoval u tohoto druhu značně variabilního formy, jež třídil dle celkového habitu, velikosti, podoby přeslenů:

1. *f. robustior* A. Br. Lodyha až 1 *mm* šir. Bez dělení listů. Konečné segmenty sterilních listů asi 0,3—0,4 *mm* šir. Cystokarpy 0,32—0,38 *mm* dl.

a. *f. homomorpha* A. Br. Volnější plodonosné přesleny.

b. *f. heteromorpha* A. Br. Hustě stažené hlávkovité přesleny plodonosných listů.

2. *f. tenuior* A. Br. Ve všech částech útlejší a jemnější.

Rovněž i Leonhardi uznával a rozlišoval tyto Braunovy formy ve svých pracích o českých (l. c. p. 11.) a rakouských parožnatkách (l. c. p. 53). Migula (l. c. Char. v Rabenh. Kryptfl. p. 153.) však popírá samostatnost a stálost těchto forem a dokládá, že mohou se nalézti na jedné a téže rostlině všechny udané formy, o čem přesvědčil se prohlédnutím rostlin v herbářích (i Braunově) a zvláště kulturou rostlin. Změnou vnějších podmínek životních táž rostlina může vyrůsti ve f. *tenuior, robustior, heteromorpha, brevifurcata* nebo *simplex*. I v Čechách Leonhardi popsal z jednoho mu známého stanoviska z Král. Obory v Praze 3 formy, jež nasvědčují svým nálezem, že jedná se jen o variaci vzrůstovou působením vnějších činitelů.

Druhdy hojně rostla v rybníčku v Král. Oboře v Praze (Kalmus, Opiz, 1850 a 1863 Leonh. a jiní). Mimo to v herbáři musea král. čes. nachází se *N. mucronata* s označením »in Bohemia« (1820, W. Mann) bez udání bližšího stanoviska. Byla také z Čech vydána ve výměném spolku vídeňském i Opizovým výměným ústavem. V novější době v Čechách nebyla sbírána, ale může se očekávati při dalších výzkumech parožnatek v Čechách její znova nalezení na jiných stanoviskách.

b. Jádro se slabými lištnami, 0,2—0,27 *mm* dl.

6. **N. gracilis** (Smith) Agardh, Systema Algarum (1824) p. 125.

Leonhardi, böhm. Char. (1863) p. 11; Öster. Arml. (1864) p. 51; Al. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 399; Braun a Nordstedt, Fragmente (1882) p. 58; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 25; Migula, Char. v Rabenhorst. Krypfl. (1897) p. 159; Synopsis Char. europ. (1898) p. 39; Giesenhagen, Untersuch. über die Char. p. 63.

Nejútlejší a nejněžnější naše Nitella mé zvláštní vzezření křovitého typu, tvořící polštáře jako mechy. Jest asi 10 *cm* vys., barvy krásně sytě zelené, neinkrustovaná. Lodyžky a listy jsou velice jemné a ohebné. Přesleny listové rozložené, sterilní a plodonosné stejně vyvinuté, se 6-ti, zřídka 7 až 8 listy. Listy 2- až 3krát (někdy i 4krát) vidličnatě dělené, konečné články listu 2—3buněčné, poslední buňka krátká, na basi jen $^2/_3$mi dosahuje tlouštky předposlední. Jednodomý druh mívá obyčejně pohromadě po jednom antheridiu a cystokarpu všude tam, kde se dělí listy. Fruktifikace nebývá hojná. Antheridie velmi malé, 0,22—0,25 *mm* v průměru, jejich stopka bývá dobře viditelná. Cystokarpy malé, 0,29—0,33 *mm* dl., 0,23—0,27 *mm* šir., s 8-mi zřetelnými závity. Jádro kulatě vejčité, žlutavě hnědé nebo hněděčervené, 0,225—0,27 *mm* dl., 0,2 až 0,25 *mm* šir., se 6—7-mi slabými lištnami. V silnějších formách velice podobná *N. mucronata,* od které rozlišuje se konečnými články listu i ve stavu sterilním.

Jest jednoletou i vytrvalou. Fruktifikuje v létě a na podzim. Jádra podržují dlouho klíčivost i po několika letech.

Její zeměpisné rozšíření jest rozsáhlé a vyskytuje se ve všech pěti dílech světa. Nejvíce roste v malých stružkách a v mělkých tůňkách s čistou vodou na rašelinách nebo na mělkém pokraji rybníků.

Formy *N. gracilis* jsou četné, a možno je rozlišovati zvláště dle počtu dělení listu, jsou-li listy 3krát, nebo jednou nebo 2krát dělené, dále dle délky celé rostliny a listů, pak dle toho jak se jeví tvar jejich přeslenů, jsou-li přesleny volnější nebo tvoří-li kulovité útvary. Formy z téhož stanoviska jsou často různé a mají mezi sebou přechody. Již Leonhardi v českých parožnatkách (l. c. p. 11) rozeznával formy: *α contracta, β. elongata, γ gracillima;* v rakouských parožnatkách (l. c. p. 51) pak tyto 3 zvláštní formy: a. *normalis* (s listy úplně 3krát dělenými), b. *simplicior* (s listy jen 2-krát, v hořeních přeslenech také jen jednou dělenými), c. *polyglochin* (velká, zvláštní forma, nahoře krátkolistá, s listy často jen 2krát dělenými, ve třetím dělení, kde se vyskytuje, s neplodnými cystokarpy jen málo většími než obyčejnými). Migula (l. c. Char. v Rabenhorst. Kryptfl. p. 166) seskupil formy Braunovy a Leonhardiho ve 3 řady, přihlížeje hlav-

ně k tvoření hlaviček a dle dělení listů. Tohoto rozdělení forem N. gracilis použito i v této práci. Druhá řada forem heteromorfních v Čechách se dosud nevyskytla, jen první a třetí (formae genuinae a simpliciores).

Z českých forem polymorfního tohoto druhu nejvýznačnější jsou tyto:

### I. Řada: **Formae genuinae** Mig.

Hlavičky se vůbec nevyskytují, listy 3-krát dělené.

1. *f. normalis* Leonh., Öster. Arml. p. 51.

Nejrozšířenější a nejhojnější forma, jejíž konečný článek listu často 3-buněčný stejně dlouhý nebo delší nebo kratší než předešlý článek listu. Často vyskytuje se v přechodních formách k jiným formám.

U České Kamenice (1853, Hrabal), v příkopech a odtokových stružkách rybničních v lese u Stráže (1855, 1861 a 1863, Leonh.), v lučním příkopě s hlinitým dnem pod Valdeckým vrchem ku Königswaldu v pravo na silnici (Karl), vydaná v Braun. a Rabenhorst. Char. exs. Nr. 57, u Zlaté Koruny na Šumavě (herb. musej.), Antlberg v sev. Čechách (Šouta).

2. *f. elongata* A. Br.

Velmi štíhlá a ozdobná forma, až 3 *dm* vys., hojně rozvětvená, na listech s konečným článkem 3-buněčným, při nevyvinutém třetím dělení často s posledním článkem 4 buněčným., stejně dlouhým jako při normálním vývoji bývají poslední 2 články dohromady, s listy kratšími než články lodyžní.

V nádržce vodní v Liebigově zahradě v Liberci (Siegmund). Byla vydána ve sbírce Braun. a Rabenhorst. Char. exs. Nr. 58.

3. *f. longifolia* A. Br.

Listy poměrně velmi dlouhé (až 4 *cm*), delší než články lodyžní (až 3 *cm*). Celkem forma nižší a hustější než předešlá.

Vyskytuje se obyčejně společně s *f. normalis* a tvoří s ní často přechodní formy.

4. *f. brevifolia* A Br.

Listy silně zkrácené sotva 1 *cm* dl. Konečný článek listu obyčejně dvoubuněčný.

V krajinách bez rašelin, v lučních příkopech a potůčcích roztroušeně se vyskytující. U Stráže u Třeboně (Leonh.)

5. *f. condensata* Rabh.

Forma 6—12 *cm* vys., tvořící trochu hlavičky, připomíná spíše útlé formy N. mucronata. Konečné články častěji 2-buněčné. Třetí dělení schází úplně mnohým listům. Jádra větší než u *f. normalis* (až 0,275 *mm* dl.), tmavější a zřetelně ještě žlutohnědé, se silnějšími vyniklými a tupějšími hranami.

V malých stružkách na rašelinných loukách u Podhráze blíže Dokes 1901, Vilh.) s přechodními formami k f. robustior.

6. *f. robustior* A. Br.

Statná a silná forma, s plodonosnými přesleny trochu nakupenými. Sterilní listy často jen 1—2krát dělené. Konečný článek 3-buněčný.

V malých stružkách na rašelinné louce u Podhráze blíže Dokes (1901, Vilh.) Migula (l. c. p. 170) uvádí tuto formu mimo ze Švédska a Slezska »také na některých místech v Čechách« bez označení bližšího stanoviska.

## II. Řada: **Formae simpliciores.** Mig.

Dělení listů potlačené, bez hlaviček.

7. *f. polyglochin* Siegmund.

Forma s listy jen 2krát dělenými, jež v hořeních přeslenech, jsou značně zkráceny. Jádra větší než u normální formy světlehnědé, s jemnými lištnami. Plodonosné listy jsou výminečně na jednotlivých paprscích 3krát dělené, ale na posledním dělícím místě pravidelně sterilní a konečné články jsou zkrácené.

V tůni u Liberce (1859, Siegmund).

8. *f. conglobata* A. Br.

Forma 5—8 *cm* vys., s oddálenými kulovitými přesleny, s listy často jen 2krát, zřídka 3krát dělenými.

Ve stružkách na rašelinných loukách u Podhráze blíže

Dokes (1901, VILH), v odtokových stružkách u rybníčku u sv. Víta blíže Třeboně (1899, VILH.), dle MIGULY (l. c. p. 172) v odvodňovacím příkopě na bařinné louce u Bolevic u Plzně (1882, P. HORA), u Stráže (LEONH.).

2. Rod: **Tolypella** (A. Br.) LEONHARDI, böhm. Char. p. 13. (Lotos, 1863, p. 72.)

Listy buď nedělené, složené z jednoduché řady buněk, buď jednou nebo vícekráte dělené, potom však prodloužení hlavního paprsku, t. j. střední paprsek silnější než postranní lístky. Postranní lístky vícečlánkové někdy i s lístkovými uzlinami. Prochara velmi silně vyvinuta a její t. zv. špička prvoklíčku bývá značně prodloužena. Nejvýznamější rozdíl od Nitell jest v umístění rozmnožovacích orgánů nejen na dělících místech listů, nýbrž i v úžlabích listových. Antheridie terminální na jednobuněčných krátkých paprscích četnými cystokarpy obklíčené.

Od Nitell již zevní podobou snadno se rozlišují. Inkrustací vápennou zbarvení jejich jest šedozelené. Rostou v tůních nebo v malých rybnících s čistou vodou často v polostínu mezi jinými rostlinami vodními, zvláště pak mezi rákosím.

a. Konce listu špičaté; rostlina velká.

7. **T. prolifera** (Ziz.) LEONHARDI v Lotosu (1863) p. 57.

LEONHARDI, Öster. Arml. (1864) p. 57; A. BRAUN, Char. v. Schles. (1876) p. 401; A. BRAUN-NORDSTEDT, Fragmente (1882) p. 97; SYDOW, Europ. Char. (1882) p. 37; MIGULA, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 203; Synopsis Char. europ. (1898) p. 53.

Zvláštním habitem odlišuje se tento druh zvláště tvořením hlávek i různým vytvářením listů od ostatních parožnatek. Bývá 20—25 *cm* vys., žlutozelená, slabě inkrustovaná, snadno lámavá. Z prvního přeslenu procharového vyrůstají 2—3 (—5) silné lodyhy, 1—1,2 *mm* tlusté, a ještě více menších, jež mají nižší vzrůst. Procharový článek 6—8 *cm* dl., první 4—6 *cm* dl., druhý 1—2 *cm* dl. Každá z větších lodyh má nejčastěji 2 (nebo 1) přesleny složené z 8—10 sterilních listů ne-

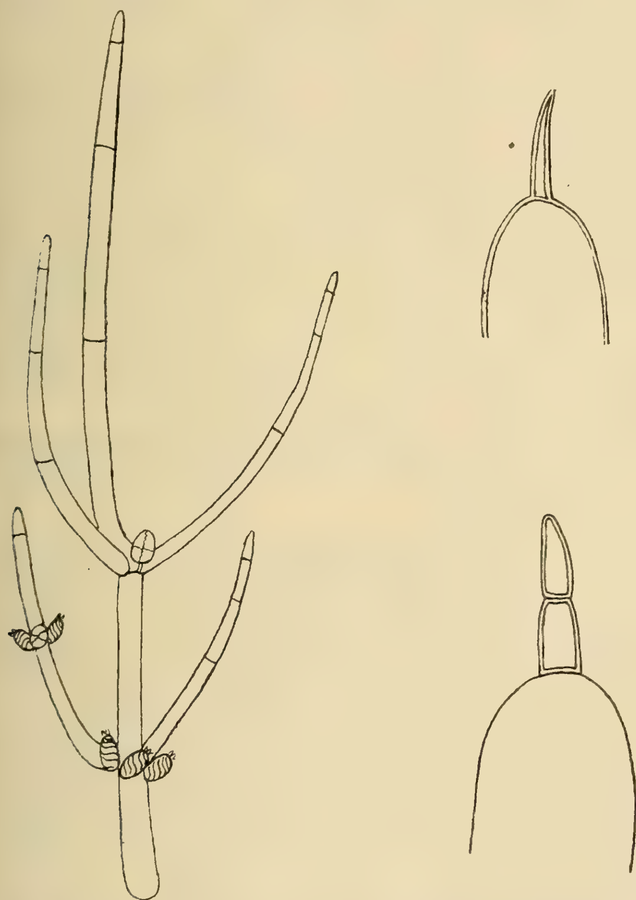
dělených, 5—6 *cm* dl., až 1 *mm* tlustých, volně roztáhlých. V úžlabí těchto sterilních listů vznikají na krátkých větvích přesleny plodonosných listů, jež dohromady tvoří kulaté hláv-



Obr. 33. *Tolypella prolifera* Leonh. z rybníčku u Staré Hasiny.

ky, obalené zevně sterilními přesleny je přesahujícími. Plodonosné listy poměrně krátké (až 1 *cm* dl.), tenké. Sterilní pak složeny jsou nejčastěji z 5ti buněk, z nichž první jest nej-

delší a poslední (nebo zvláště někdy i 2 poslední) vytvořena jako špička (mucro), jež často opadává. Plodonosných listů bývá 5—7 v přeslenu, majících na prvních článcích poměrně



Obr. 34—36. *Tolypella prolifera* Leonh. Plodonosný list a různé zakončení sterilních listů. Z rybníčka u St. Hasiny.

krátkých uzliny, jichž pak lístky často také mají uzliny. Špička listu jest pak delší, ze 4 buněk složená, z nichž poslední jest jen krátká, dole širší a na konci úzká (mucro). Jednodomý druh. Rozmnožovací ústroje na místech, kde se dělí listy a lístky, také však v úžlabích listů, tyto pak nejdříve se vyvinují. Antheridie jsou na paprsku (stopce) 0,5

až 2 *mm* dlouhém, v průměru 0,24—0,3 *mm*, rezavě červené se silně vyniklou kresbou, obyčejně jen jedno antheridium. Cystokarpy vznikají po 3—4 (Migula udává 2—7) z basilární uzliny paprsku antheridiového na poměrně kratičkých stopkách (0,064—0,08 *mm* dl.), jsou podlouhle kulaté, někdy však cibulovitého tvaru, hnědočervené, 0,32—0,4—0,432 *mm* dl., 0,288—0,352—0,384 *mm* šir., s korunkou přímou, 0,048 *mm* vys., 0,08 *mm* šir. Jádro světle hnědé i tmavší 0,32 *mm* dl., 0,29 *mm* šir., s 8-mi lištnami. Často bývá jádro inkrustováno, po odstranění inkrustace kyselinou úplně hladké. Akcessorické listy v přeslenech tvoří zdánlivě palistový věnec. Odlišuje se nejlépe od *T. glomerata* mucrem na konci plodonosných listů. Migula (l. c. p. 210) udává, že u tohoto druhu jest ze všech evropských druhů *Tolypell* nejmenší jádro, jehož délku měřil 0,25—0,3 *mm*, velikost cystokarpů však neudává. U rostlin českých naproti tomu jest jádro větší.

Jednoletý druh, jehož jádro vyklíčí v pozdním podzimu nebo časně z jara dle klimatických poměrů, a počíná fruktifikovati v červenci.

Vyskytuje se v klidné vodě mělkých rybníků mezi rákosím a tvoří volné chomáčovité trsy asi $^1/_2$ *m* pod hladinou vodní. Stanovisek *T. prolifera* jest ve střední Evropě celkem dosud málo známých. V bahnitém rybníčku děkanském na opukovém podkladě blíže Staré Hasiny u Rožďalovic poprvé sbíral fragmenty (1901) Max. Saska, ve čtvrtém rybníčku v lese blízko hráze v rákosí u Staré Hasiny u Rožďalovic ve velkém množství (1909, Vilh., Lad. Novák, V. Marek). Migula (l. c. p. 213) uvádí ze svého herbáře také »v budějovickém kraji« bez bližšího označení stanoviska a podotýká, že snad vzniklo asi záměnou etikety, podobně i moravské stanovisko zaměňuje a udává, jako by bylo z Čech. Rostlinu tuto možno nyní teprve právem označiti jako n o v ý d r u h p r o Č e c h y.

b. Konec listu tupější; rostlina malá.

8. **T. glomerata** (Desv.) Leonhardi v Lotosu (1863) p. 129.

Leonhardi, Öster. Arml. (1864) p. 57; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 95; Sydow, Europ. Char. (1882)

p. 36; Migula, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 227; Synopsis Char. europ. (1898) p. 58.

Blízce příbuzný druh *T. prolifera,* ale drobnější a útlejší, hojně inkrustovaný a dosti rozvětvený. České rostliny jsou 8—10 *cm* vys., s lodyhou asi 1 *mm* tlustou. Články lodyžní různé délky, nejdolejší $2^1/_2$ *cm,* hoření 1—$2^1/_2$ *cm* nebo ještě kratší. Listů obyčejně 6 v přeslenu, zřídka více, akcessorických nepatrných, menších lístků často skoro stejný počet. Normální sterilní listy 1—$1^1/_2$ *cm* dl. jsou nedělené, 3—5-tibuněčné a zakončené tupou dlouhou buňkou. Plodonosné listy jsou často jen jednou dělené se 4 nedělenými lístky, které jsou podstatně kratší než střední paprsek, jenž jest 3—4buněčný, lístky pak 2—3buněčné. Poslední buňka jest rovněž jako u sterilních listů tupě zaokrouhlená. Jednodomá. Antheridie po jednom, 0,3—0,5 *mm* v průměru na velmi dlouhých paprscích. Cystokarpy vejčité nebo podlouhle kulaté, 0,4 *mm* dl., 0,29 *mm* šir., s korunkou přímou, malou, 0,064 *mm* vys., na špičce 0,096 *mm* a na basi 0,112 *mm* širokou. Jádro hnědé, podlouhle kulaté, s ostrými a silně vyniklými lištnami, 0,362 *mm* dl. a 0,224 *mm* šir. Rozmnožovací ústroje bývají nahloučeny na místech, kde se dělí listy. Někdy střední paprsek je zakrnělý a tu postranní 2 lístky mohutněji se vyvinují, znova se dělí a na místech, kde se dělí, mívají rozmnožovací ústroje a 3—4 nedělené, malé lístky. Bývá více (až 10) cystokarpů pohromadě na rozdělovacích místech a na basi listů. Listy mohou býti otočené a často rozmnožovací ústroje pak jsou zdánlivě na vnější straně listu. Dle Miguly jádra klíčí v pozdním létě a na podzim a zvolna rostou po celou zimu. Fruktifikuje již v časném jaře, a často pod ledem vyvinují se rozmnožovací ústroje a jádra uzrávají obyčejně již koncem března a uprostřed dubna, potom rostlina se rozpadne a zmizí beze stopy.

Nejraději vyskytuje se ve vodách se slanou vodou. V Čechách nalezena Lad. Čelakovským v příkopech kolem dráhy u Netřeb mezi Kralupy n. Vlt. a Neratovicemi (1876) blízko stanoviska, kde rostly i jiné halophytní rostliny (ku př. Samolus Valerandi). České rostliny možno označiti jako *f. humilior* pro svou směstnanost hlávek i pro nízký vzrůst. V poslední době jest stanovisko úplně odvodněno.

II. Čeleď: **Characeae** Leonhardi, Böhm. Charac. p. 12. (Lotos, 1863 p. 72.)

Lodyha a listy jsou okornatěné nebo neokornatěné. Listů v přeslenu 6—12, zřídka více, jež jsou složeny z více článků s uzlinami lístkovými pro určité druhy s počtem těchto stálým. Lístky vždy jednobuněčné dále se nedělí. Bývá jich v uzlině 1—8 dle druhů. Pod přeslenem listovým jest u některých rodů palistový věnec jednoduchý nebo dvojitý, v jednom případě i trojitý. Antheridie nestopkaté vyvinují se na vnitřní straně listu z uzlin na místě lístků zhusta více než jedno. Cystokarpy podlouhle vejčité vznikají z basilární uzliny antheridiové a lístkové, jakož i z uzliny listové na místě lístků na vnitřní straně listu a jsou vždy nad antheridiem umístěny. Korunka cystokarpu větší než u Nitell, pětibuněčná, často na špičce širší než na základně, neopadavá a až do uzrání jádra zelenavá. Jádro mívá někdy vápenný plášť. Inkrustování vápnem veškeré neb části rostliny bývá velice časté.

3. Rod: **Tolypellopsis** (Leonh.) Migula, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 253.

Bez okornatění lodyhy a listů, bez palistového věnce, na jehož místě jsou silněji vyvinuty 3 malé buňky basilární uzliny listové na zpodu vnější strany listové. Listy mají jen 1 až 2 uzliny, lístky 1—2 v uzlinách, často úplně zakrnělé. Antheridie a cystokarpy místo lístků, první jednotlivě, bezstopkaté, přesně na vnitřní straně listu, druhé jednotlivě nebo párovitě se zcela krátkou, často společnou stopkou na vnitřní straně listu. Krční část obalných buněk zobanovitě prodloužena; korunka malá, zakulacená, s úzkými, k špičce se ztenčujícími, nezpřímenými buňkami.

Již Leonhardi v českých parožnatkách (l. c. p. 13) první rozlišil subg. *Tolypellopsis* v rodě *Chara* a v rakouských parožnatkách (l. c. p. 41) jej uvádí zase jako sectio *Tolypellopsis* rodu *Chara*, kterýmžto pojmenováním naznačil příbuznost této k rodu *Tolypella*, který také nově utvořil a pojmenoval. Migula neuznává pojmenování tohoto rodu od Hy-ho (1889) *Nitellopsis* a podržel pojmenování Leonhardiho, utvořiv nový samostatný rod. Mnozí auktoři jediný druh sem ná-

ležející kladli buď do rodu *Nitella,* ku př. KÜTZING, WALLMANN, buď do rodu *Chara,* ku př. BAUER, A. BRAUN, LEONHARDI, CRÉPIN, RUPRECHT, DESVAUX, REICHENBACH, GORSKI, buď do rodu *Lychnothamnus,* ku př. NORDSTEDT (Fragmente, 1882) a SYDOW.

**9. T. stelligera** (BAUER) MIGULA, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 255.

GANTERER, Österr. Char. (1847) p. 11; LEONHARDI, böhm. Char. (1863) p. 13; Öster. Arml. (1864) p. 58; A. BRAUN, Char. v. Schles. (1876) p. 402; BRAUN-NORDSTEDT, Fragmente (1882) p. 102; SYDOW, Europ. Char. (1882) p. 45; MIGULA, Synopsis Char. europ. (1898) p. 63; GIESENHAGEN, Untersuch. p. 128.

Podobá se velké sterilní Tolypelle a bývá až 80 *cm* vys. Lodyha až 2 *mm* tlustá. Listy 2—3článkové, často jen na první uzlině jeden, zřídka 2 lístky. Dvoudomé rostliny. Antheridie jednotlivé, 0,75—1,05 *mm* v průměru. Cystokarpy jednotlivé nebo párovité, 1,2—1,4 *mm* dl., vejčité až kulaté, s 8—9 závity. Obalné buňky zobanovitě prodloužené. Korunka opadavá. Jádro jest lamellovitě obklopeno silnými vnitřními stěnami obalných buněk, po odstranění těchto 0,76 *mm* dl., 0,55 *mm* šir. hnědé se 7-mi ostrými lištnami. Zralá jádra velmi vzácně se vyskytují. Palistový věnec a okornatění úplně scházejí. Parožnatka tato se vyznačuje zvláštními hvězdicovitými, bílými hlízkami na skrytých v bahně částech lodyhy.

Fruktifikuje velmi vzácně a na některých stanoviskách bývá jen sterilní, rozmnožující se hvězdicovitými bambulkami. Vyskytují se někde jen samčí, jinde samičí rostliny, podobně jako u *Chara canescens,* nebo obě pohlaví pohromadě. Dle pozorování MIGULOVÝCH doba fruktifikace jest velmi pozdní. MIGULA sbíral jen jednou individuum se 2 zralými jádry v listopadu, v říjnu ještě nebyly na jiném individuu cystokarpy vyvinuty. Tento druh dá se dobře kultivovati, ale zůstává sterilním. MIGULA i NORDSTEDT považují tuto parožnatku za nejstarší, dodnes zachovaný typ, který jest na rozhraní *Nitell* a *Char.* I AL. BRAUN srovnával jádra tohoto druhu s fossilními plody *Chara helicteres* a *medicaginula.*

Vyskytuje se celkem zřídka v jezerech, velkých rybnících a mrtvých ramenech velkých řek a na všech stanoviskách vždy ve velkém množství. Rozšíření její v Evropě: Rakousko-Uhersko, Německo, Rusko, Finsko, Švédsko, Belgie, Anglie, Francie, Italie.

V Čechách sbírána *T. stelligera* toliko jednou. Dle udání Leonhardiho: »In stagnis Bohemiae rarior. Vodňany. Welwitsch. (Herb. Putterlick)«. Menší var. samčí. Herbář císařského Musea ve vídeňské c. k. botanické zahradě. Sám jsem se snažil znova tento druh nalézti a v okolí Vodňan pátral jsem v několika velkých rybnících i na jiných místech v Čechách, ale vždy marně. Parožnatka tato obyčejně roste dále od břehu a ve větší hloubce, a proto jednotlivci, nemá-li potřebné plavidlo i nástroje k lovení vodních rostlin, nezdaří se ji nalézti. Nejsnáze by se u nás mohla znova nalézti v době, kdy pro rybolov vypouští se voda z velkých rybníků. Lokální sběratelé rostlin mohli by příležitostně objeviti jiná stanoviska parožnatek v jihočeských velkých rybnících. Její rozšíření vůbec jest sporadické, poněvadž roste ve větší hloubce a velmi zřídka fruktifikuje, rozmnožuje se a udržuje se na stanovisku vegetativním množením. Proto jádra nemůže zvláště vodní ptactvo roznésti do okolních vod jako jiných druhů parožnatek.

4. Rod: **Chara** Vaillant v Hist. de l'Acad. d. sc. 1719.

Pravé chary s listy nedělenými, od druhých parožnatek se lišící skoro vždy s úplně vyvinutým okornatěním na lodyhách i zhusta na listech. Rostou v řídkých i hustých trsech, vzácněji jednotlivě. V přeslenu 6—15 listů. Listy obyčejně ze 4 článků složené, s lístkovými uzlinami. Lístky jsou jednobuněčné, kolem uzliny stejnoměrně rozestavené, často na vnější straně listu zakrnělé. Palistový věnec jednořadý nebo dvouřadý (výminečně někdy u Ch. ceratophylla trojřadý). Okornatění lodyhy a listů jest dle druhů rozličné, ale pro druhy dosti stálé, takže slouží jako hlavní rozlišovací znak k systematickému roztřídění druhů tohoto rodu. Druhy jsou buď jednodomé nebo dvoudomé. Rozmnožovací ústroje umístěny jsou na uzlinách na vnitřní straně listů. U jednodomých rostlin

bývají antheridie vždy pod cystokarpy. Antheridium bývá jedno, zřídka více pohromadě, a jsou u jednodomých druhů poměrně menší, vyvinujíce se na místě lístků. Cystokarpy 1—2, v úžlabí lístků (u dvoudomých poměrně větší) a vzhůru obrácené, s 5-tibuněčnou korunkou, často na špičce širší než na bási. Jádro mívá trny a obyčejně jest tmavě zbarvené. Často veškeré rostliny jsou inkrustovány vápnem.

Náš rod *Chara* zahrnuje parožnatky Leonhardiho sekce *Charopsis* a *Euchara*. Z původního rodu *Chara* Vail. vyloučeny během doby rody: *Tolypellopsis* (úplně Migulou), *Lamprothamnus* (Nordstedtem a Braunem) a *Lychnothamnus* (Ruprechtem).

Zástupci tohoto největšího u nás rodu parožnatek rozeznávají se zvláště od *Nitell*, že nemají nikdy vidličnatě dělené listy, lístky pak jejich jsou jednobuněčné. Jejich výskyt jest hojnější a mají v Čechách větší rozšíření zeměpisné. Z větší části jsou to rostliny vytrvalé. Svým zvláštním nepříjemným, hnilobným zápachem upozorňují na sebe už z daleka. Rostou ve stojatých a mírně tekoucích vodách, v příkopech lučních, silničních, odvodňovacích, lesních, v tůních a kalužích lučních, kolem náspů železničních i v lomech, v pramenech, velmi zřídka v potocích, hojněji na mělčích místech u břehu v malých a velkých rybnících po celých Čechách, nevyjímaje rašelinné kraje. V horských krajinách českých v pramenech, potocích a jezerech dosud nebyly zjištěny, ač v jiných zemích i ve značné výšce se objevují.

I. *Haplostephanae* A. Br. (Sectio 1. *Charopsis* Leonhardi, Öster. Arml., 1864, p. 41.)

Palistový věnec jednořadý.

*Ecorticatae* A. Br. Lodyha a listy neokornatěné.

10. **Ch. Braunii** Gmelin, Flora Badensis IV. (1826) p. 646.

Syn.: Ch. coronata Ziz. ined. (dle Brauna kolem r. 1814). Leonhardiho: böhm. Char. (1863) p. 13; Öster. Arml. (1864) p. 60; A. Braun, Char. v. Schles. (1876), p. 403; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 108; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 48; Migula, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 321; Synopsis Char. europ. (1898) p. 72.

Zjevem zvláštní parožnatka podobná pravým *Nitellám*, krásně zelená a průsvitná, 8—22 *cm* vysoká, málo rozvětvená. Jednotlivé jen rostliny tvoří malé trsy na písčitém dně rybníků. Zpravidla nebývá inkrustovaná, nebo jen nepatrně. Veškerá rostlina jest jemným rosolem potažena, zvláště pěkně se leskne. Palistový věnec jednořadý má stejný počet palistů jako jest listů v přeslenu, listy s palisty se střídají. Palisty jsou 1—1,3 *mm* dl. V přeslenech bývá 7—9 někdy až 11 listů, koncem dovnitř přeslenu zahnutých. Dolení přesleny obyčejně sterilní s lístky zakrnělými. Prostřední články lodyžní až 3 *cm* dl., listy obyčejně 2 *cm* dl. Listy ze 2—5 článků složené, s 1—4 uzlinami lístkovými. Lístky skoro stejně dlouhé jako cystokarpy nebo až dvakrát delší, na konci súžené ve špičku, jen na vnitřní straně listu vyvinuté, na vnější straně listu zakrnělé v podobě špičatých bradavek. Poslední článek listu bývá zkrácen a tvoří s lístky poslední uzliny význačnou listovou korunku složenou ze 3—4 špičatých, malých buněk. Antheridie a cystokarpy vyvinují se na všech uzlinách listových, zřídka však na poslední. Antheridie jsou malé, kulaté, žlutavě červené, 0,25—0,28 *mm* v průměru. Cystokarpy jsou velké, podlouhle vejčité, 0,7—0,75 *mm* dl., 0,4—0,45 *mm* šir., s 11ti zřetelnými závity. Korunka cystokarpu velká; na bási užší, 0,2 *mm* šir., na špičce širší, 0,3 *mm* šir. Buňky této korunky končí v tupé špičky a ze středu na zevnějšek se rozbíhají. Jádro jest podlouhle vejčité, tmavě červenohnědé až černé, průměrně asi 0,5 *mm* dl. a 0,3 *mm* šir. Závitů na jádru téměř neviditelných 8—10. Vápenný obal na jádru se nevyvinuje. Rostlina jednoletá bývá bohatě plodná a jádra uzrávají od srpna do listopadu, pak se celá rozpadává. Jádra klíčí z jara.

Stanoviska této parožnatky jsou méně známa, poněvadž roste dále od břehu v rybnících malých i velkých, zvláště mají-li písčité dno. Jen v řídkých případech, odpadne-li voda v rybníce, nalezneme ji blízko břehu. Všeobecně roste ve větší hloubce než $1^1/_2$ *m*.

Jest to druh velice variabilní a kosmopolitický. Roste ve všech dílech světa v rozmanitých formách. V Evropě však není mnoho variabilní. MIGULA udává jen 5 forem, z nichž *f. maxima* Mig. (l. c. p. 329) druhdy rostla v Král. Oboře

v Praze (sbírána LEONHARDIM). Z novějších stanovisek v Čechách jsou rostliny poněkud od sebe odchylné, ale jsou to celkem slabé, nepatrné formy, lišící se zvláště délkou lístků. Jen jedna forma jest poněkud výraznější.

Tento druh zcela neokornatěný připomíná svým zvláštním zjevem Nitelly a proto povrchně prohlédnut býval floristy i zvučných jmen za ně považován, jak toho jsou četné doklady v herbářích.

V Čechách *Ch. Braunii* vyskytuje se roztroušeně v rybnících blíže nezarostlých břehů, ve výtocích z těchto, v tůních skoro po celé zemi. Patrně snadno ji rozšiřuje vodní ptactvo (viz kapitolu o zeměpisném rozšíření). Na písčitém dně velkých rybníků jihočeských Rožmberka a Světa u Třeboně (1899, VILH.), v rybníce u Hluboké blíže Čes. Budějovic (E. PURKYNĚ), v tůních poblíž Paštik u Blatné (1876, ČELAK.), v Čekanicích v rybníce Novém a v rybníce Milavě u Sedlice (1876, VELEN.), v rybníce v městském parku v Klatovech (ČELAK.), u rybníka Říhy u Lužce blíže Nov. Bydžova (1876, ČELAK.), ve výtoku rybníka u Skochovic (1896, PODP.), v rybníce Hladoměru u Ovčínů blíže Pečic u Ml. Boleslavě (1911, VILH.), u Prasetic blíže Teplic (1854, G. EICHLER), v rybníce Barbořině u Duchcova (1862, A. Reuss fil.; 1863, LEONH.), Steckmühle u Františkových Lázní, (1839, BRACHT), ve Velkém rybníce u Plzně (1882, P. HORA), v rybníce Labutím u Blatné (1913, ŠTĚPÁN.)

Z odchylných forem českých dlužno uvésti:

1. *f. maxima* MIGULA, Rabenh. Kryptfl. p. 329.

Velmi vysoká, 40—50 *cm*, málo rozvětvená a méně hustá než obyčejná forma. Lodyha až 1 *mm* tlustá, listy v prostředních přeslenech až 5 *cm* dl., průměrně stejně dlouhé jako lodyžní články. Lístky stejně dlouhé jako cystokarpy; jádro 0,5 až 0,55 *mm* dl. Konečný článek listu silněji vyvinutý, mnohem silněji než lístky poslední uzliny, jež nescházejí nikdy na sterilních listech. Palistový věnec velmi slabě vyvinutý a teprv lupou zřejmě viditelný, na jednotlivých přeslenech úplně zakrnělý; palisty jsou jen malé, málo vyčnívající bradavky.

Druhdy v Král. Oboře v Praze (1850 a 1853, LEONH.; 1854 SCHÖBL).

2. *f. laxior n. f.*

Nepodobá se typické formě celkovým vzezřením, štíhlejší forma asi 15—20 *cm* vys., slabě inkrustovaná. Články lodyžní (2—4—5 *cm* dl.) delší než listy (1,5—2—3—3,5 *cm* dl.), jež jsou poměrně tenší. Palistový věnec nezřetelný, při zvětšení lupou jako bradavky se jevící. Lístky dvojnásobné délky cystokarpů. Cystokarpy úplně neuzrálé jen 0,48 *mm* dl., 0,2 *mm* široké.

Ve čtvrtém lesním rybníčku od silnice blíže hráze u Staré Hasiny u Rožďalovic společně s Tolypella prolifera a Chara contraria (1909, Vilh.).

II. *Eucharae diplostephanae* A. Br. (Sectio 2. *Euchara* Leonhardi, Öster. Arml., 1864, p. 41.)

Palistový věnec dvouřadý.

A. *Isostichae* A. Br.

Okornatění lodyžní má tolik žeber, kolik jest listů v příslušné uzlině.

Dvoudomý druh.

**11. Ch. canescens** Lois., Notice Flore de France (1810) p. 139.

Syn.: *Ch. crinita* Wallroth, Ann. bot. (1815) p. 190.

Leonhardi, Öster. Arml. (1864) p. 61; A. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 404; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 137; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 52; Migula, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 348; Synopsis Char. europ. (1898) p. 83; Adolf Witt, Beitr. z. Kennt. v. Ch. cerat. und Ch. crinita (1906) p. 35—43.

Roste v řídkých trsech a podobá se zevně nějakému mechu. Tento dojem způsobuje velké množství dlouhých a jemných ostnů na lodyze. Rostlina dvoudomá jest 6 až 10 *cm* vys., málo rozvětvená. Články lodyžní poměrně dlouhé a listy krátké. Zbarvení rostliny buď zelené, buď zelenavě šedé, což pochází od hojné inkrustace vápenné. Palistový věnec dvouřadý, silně vyvinutý, palisty podobné ostnům. V přeslenu 8—10 listů, složených z 5—6-ti článků, z nichž poslední neokornatěný. Okornatění na lodyze má jen hlavní žebra a z uzlinných buněk tohoto vyrůstají dlouhé a jemné ostny ve svazečcích

po 3—6-ti pohromadě. Článkové buňky okornatění jsou krátké a proto na lodyze převládají ostny svou hojností. Velké množství těchto ostnů dodává rostlině zvláštního vzhledu. Lístků na listových uzlinách bývá 6—7, delších než cystokarpy. České rostliny jsou z jednoho stanoviska a to jen samičí. Cystokarpy jednotlivé v uzlinách listů, dosti velké, podlouhle kulaté, 0,48—0,56 *mm* dl., 0,32—0,40 *mm* šir. Korunka cystokarpu nízká, s buňkami tupě zakulacenými. Obalné buňky 10—12krát zatočené. Jádro podlouhle kulaté, tmavě červenohnědé nebo černé, s 10—12-ti jemnými ostrými hranami. Zdá se, že jest rostlinou jednoletou, rozmnožuje se jádry parthenogeneticky vyvinutými a klíčí z jádra v dubnu a květnu zase jen rostlina samičí; na počátku léta dozrávají jádra.

Tento druh význačný v jiných zemích svou variabilností nalezen byl v Čechách dosud na jediném naleziště mezi Oužicemi a Netřeby. Stanovisko toto bylo druhdy známým nalezištěm halophytních rostlin jako: Samolus, Glaux a j. v. *Ch. canescens* objevena tu pro Čechy Lad. Čelakovským r. 1875. Migula uvádí nesprávně toto stanovisko ve sladké vodě dokládaje, že rostliny odtud neviděl (l. c. p. 359).

České rostliny náležejí k nízkým formám řady *formae longispinae* Mig. (délka ostnů jest větší než průměr lodyhy) blízko k formě *humilis* Mig. (ostrov Hiddensoe u Rujany, Švédsko), neboť články lodyžní jsou průměrně 5 *mm* dl. a 0,25 až 0,4 *mm* tlusté a průměrnou délku listu možno stanoviti 3—5 *mm*. Listy jsou kratší než články lodyžní. Popis tohoto druhu jest sestaven dle českých rostlin.

*Ch. canescens* sbírána v Čechách dosud dvakráte. Poprvé r. 1875 Prof. Čelakovským v tůni pod železničním náspem u Netřeb mezi Neratovicemi a Kralupy (nalézá se nyní v Museu král. Českého), po druhé Dr. Toclem r. 1896 v tůni za cukrovarem podle trati železniční u Oužic přimíšená mezi Ch. aspera. Mnohokráte jsem v různých obdobích ročních navštívil toto stanovisko a marně jsem po tomto druhu znova pátral. V nejnovější době (1912) nenalezl jsem vůbec již žádné parožnatky na těchto nalezištích, ač druhdy ještě po r. 1899 tu bývaly jiné druhy v hojnosti na př. *Ch. fragilis, foetida, aspera.* Dle zpráv tamějších obyvatelů sklesly prameny o několik metrů hlouběji novým soustavným odvodněním melioračním

a tím většina tůněk úplně vyschla nebo jen v době dešťů krátce bývá vodou naplněna. V drenážních příkopech nenalezl jsem vůbec žádných parožnatek. Přece však doufám, že tato parožnatka u nás ještě úplně nevyhynula a snad se podaří ji znova později nalézti.

B. *Diplostichae* A. Br.

Okornatění lodyhy složeno z hlavních a vedlejších žeber, jež se střídají. Všech žeber jest dvakrát tolik, co listů v přeslenu.

*a) Tylacanthae* A. Br.

Hlavní žebra s ostny vystupují jako hrany a vedlejší jsou mezi nimi jako vpadlé rýhy, ostny vždy na hranách.

† Druh dvoudomý.

12. **Ch. ceratophylla** Wallroth, Ann. botanic. (1815) p. 192.

Ganterer, Österr. Char. (1847) p. 16; Leonhardi Öster. Arml. (1864) p. 78.; A. Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 137; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 66; Migula, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. (1897) p. 386; Synopsis Char. europ. (1908) p. 88; Witt, Beitr. z. Kenn. v. Ch. cera. etc. (1906) p. 1.—34.

Leonhardi (l. c. p. 79), uvádí tento druh jako pochybný z Čech a praví, že Gartener*) udává od tohoto druhu druhou formu z herbáře c. k. Musea ve Vídni sbíranou Welwitschem v rybnících v Čechách. Leonhardi podotýká, že s Al. Braunem tuto rostlinu nenalezli v uvedeném herbáři. V dodatcích o pochybných charách Leonhardi uvádí dále z Čech: v hlubokém vodním příkopě v rybníce Blato na panství poděbradském, Opiz (Böheims phanerogam. u. kryptogam. Gewächse, 1823). Ale i toto udání zdá se mi pochybným, neboť ani Leonhardi patrně ani já v nejnovější době rostliny Opizem sbírané nenalezli jsme v herbáři Musea kr. čes. Poněvadž na určení Opizovo nelze spolehnouti, jest možné, že určil jinou pa-

---

*) l. c. Ganterer (Österr. Char., p. 16) uvádí při *Ch. ceratophylla* Wallr. *β macroptila*: »Im Herbarium des k. k. Museums befinden sich auch von Dr. Welwitsch in den Teichen von Böhmen . . . gesammelte Exemplare.«

rožnatku za tento druh. Znova objevení se Ch. ceratophylla možno však ještě v Čechách zvláště v jihočeských velkých rybnících očekávati.

†† Druh jednodomý.

* Jádro černé.

*α*) Fertilní články listu okornatěné.

13. **Ch. contraria** A. Braun, v Schweiz. Char. (1847) p. 15.

Leonhardi, Öster. Arml. (1864) p. 82; A. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 405; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 141; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 432; Synopsis Char. europ. (1898) p. 96; Catha. P. Sluiter, Beitr. z. Kenn. v. Ch. contraria etc. (1912).

Jednodomá rostlina v menších trsech rostoucí, vždy hojně inkrustovaná, zelenavá, někdy s červenými špičkami, suchá bělavěšedá, lámavá, 20—30 *cm* vys. Lodyha poměrně tenká, s 6—8 listy v přeslenech. Listy složeny jsou ze 2—5-ti článků okornatěných, plodonosných i s lístky, a ze špičky ze 2—4 neokornatěných článků. Uzliny listu plodonosné asi se 4 lístky na vnitřní straně, jednobuněčnými, stejně dlouhými nebo kratšími než cystokarp. Palistový věnec dvouřadý obyčejně slabě vyvinutý, někdy téměř neviditelný, naznačen pak jen dvěma řadami malých, bradavkovitých buněk. Okornatění bývá pravidelně dvouřadé, hlavní žebra vyniklá střídají se s vedlejšími. Všech žeber jest asi dvakrát tolik, co listů v přeslenu, ale často na některých článcích lodyhy nacházíme větší počet žeber, takže zdá se okornatění skoro trojřadé. Hlavní žebra posázena jsou ostny, jejichž tvar jest měnlivý. Často jen ostny jako bradavky zakrnělé. Obyčejně jedno antheridium a 1—2 cystokarpy na uzlině listové. Antheridie malé, červené, 0,28—0,35 *mm* v průměru. Cystokarpy podlouhle vejčité, 0,64 až 0,8 *mm* dl., 0,256—0,416 *mm* šir., s 12—16ti závity. Korunka cystokarpu krátká, s buňkami tupě zakončenými, neopadává. Jádro podlouhle vejčité, tmavohnědo-černé nebo černé, 0,48 až 0,512 *mm* dl., 0,256—0,32 *mm* šir., s 11—14ti silně vyčnívajícími, tupými lištnami, dole i nahoře s 5ti trny více méně zřetelnými. Jádro obaleno silným vápenným pláštěm. Jednoletá rostlina fruktifikuje od června do října.

Vyskytuje se na vápenném podkladě v rybnících, příkopech, i v tůních rašelinných a na lokalitách s halophytními parožnatkami.

Tento druh jest velice podoben zevnějším habitem *Ch. foetida,* za kterýž se často zaměňuje. Rozlišuje se od toho zvláště okornatěním lodyhy. Při mikroskopickém ohledání poměrů hlavních k vedlejším žebrům jeví se dobře rozdíl mezi oběma druhy. Při měření délky zralého jádra, jež u českých forem *Ch. contraria* bývá kratší než 0,55 *mm*, není od *Ch. foetida* nápadného rozdílu, jaký udává Migula.

Poněvadž *Ch. contraria* často zevnější podobou nerozezná se od *Ch. foetida,* proto bývá přehlížena a za tuto považována. Rozšíření její jest daleko větší, než dosud známe. Rozmanitost forem u tohoto druhu jest značná. Rovněž jako u *Ch. foetida* možno sledovati na větším materiálu formy souběžně probíhající v několika řadách. Leonhardi v Öster. Arm. Gew. (1864) rozlišoval 4 hlavní formy: *hispidula, vulgaris, moniliformis* a australskou *Ch. Behriana* A. Br., kdežto Al. Braun rozlišil hlavní 2 řady forem: *hispidula a subinermis.* Migula v Rabenhorst. Kryptogfl. (p. 443.) rozdělil pak formy ve 2 řady: *Formae microteles* a *macroteles,* mimo to oddělil *var. hispidula* A. Br., pro kterou vytvořil nové 3 řady forem: *Formae microteles, macroteles* a *macrostephanae,* kteréhožto hlavního rozdělení forem českých i v této práci použito, ač poněkud pozměněné a doplněné.

### *A.* **subinermis** A. Br.

Ostny velmi krátké, často jen slabě bradavkovitě vyvinuté.

#### I. Řada. **Formae macroteles** Mig.

Neokornatěný, často 3—5-tibuněčný konečný článek vždy značně, často mnohokrát delší než poslední okornatěný článek listový.

a) *brevibracteatae.*

Lístky kratší než cystokarp.

*1. f. polysperma n. f.*

Habitem podobná formě *leptosperma,* cystokarpy však

těsně vedle sebe sedícími na zkrácených článcích listových význačná. Lodyhy asi 20 *cm* vys., skoro 1 *mm* tlusté, s lodyžními články 2—3 *cm* dl., s listy 4—8 *mm* dl., slabě inkrustované. Okornatění normální, na vyniklých hlavních žebrech nepatrné, bradavkovité ostny lupou zřetelné. Palistový věnec úplně nezřetelný. Listy složené nejčastěji ze 4 (zřídka z 5-ti) okornatěných a plodonosných článků, jež mají v některých přeslenech délku cystokarpu nebo jsou kratší než cystokarp, takže se zdají cystokarpy nakupeny na listech skoro na sobě. Konečný článek listový neokornatěný, 3buněčný, značně delší než poslední okornatěný článek. Lístky jsou kratší než cystokarp. Jádro tmavohnědé, podlouhlé, 0,512 *mm* dl., 0,304 *mm* široké.

V rybníce v Starkoči u Skalice (Děd.).

*2. f. brachyphylla n. f.*

Forma střední velikosti, význačná krátkými listy a delší neokornatěnou částí listu. Lodyhy až 20 *cm* vys., 0,48—0,64 *mm* tlusté, s 1—2 *cm* dl. články lodyžními, s listy jen 4 *mm* dl. Okornatění namnoze méně zřetelné, zdánlivě všechna žebra stejně vysoká, na doleních článcích hlavní žebra silně vyniklá, na nich pak bradavkovité ostny. Palistový věnec pouhým okem patrný, pod lupou zřetelný. Listy složené ze 2—3 okornatěných a plodonosných článků a z konečného 3buněčného, silnějšího, neokornatěného článku, jenž jest skoro stejně dlouhý jako neokornatěná část listu. V doleních starších přeslenech také mnohdy jen jediný okornatěný článek listu, nebo všechny neokornatěné. Lístky na vnější straně listu malé, na vnitřní kratší než cystokarp, postranní nepatrně delší než přední. Jádro tmavohnědé, podlouhlé, 0,512 *mm* dl., 0,320 *mm* široké.

V tůních u severozápadní dráhy u Všetat-Přívor (1876, Čelak.).

b) *longibracteatae.*

Lístky delší než cystokarp.

*3. f. turfosa n. f.*

Nízká forma zvláštního habitu roste v řídkých trsech. Lodyhy 10—12 *cm* vys., s 1—$1^1/_2$ *cm* dl. články lodyžními, na

konci lodyhy kratšími, s listy 0,5—1 *cm* dl. Okornatění zřetelné, na vyniklých hlavních žebrech četné ostnité bradavky lupou viditelné. Palistový věnec malý, ale pod lupou zřetelný. Listy složené nejčastěji ze 3 okornatěných a plodonosných článků, zřídka ze 2 nebo 4, a z konečného neokornatěného článku 3buněčného, který jest kratší než okornatěná část listu, ale vždy delší než poslední okornatěný článek listu. Lístky na spodní straně listu zakrnělé, postranní a přední skoro stejné, dvakrát však delší než cystokarp. Protandrická forma. Cystokarpy 0,672—0,720 *mm* dl., 0,32—0,368 *mm* šir. Jádro tmavohnědé, 0,48 *mm* dl., 0,256 *mm* šir. Buď úplně neinkrustované rostliny hnědozelené, nebo málo inkrustované pak šedozelené.

Ve stružkách a tůňovitých příkopech na severočeských rašelinách »Faule Wiesen« mezi Doksy a Jestřebím (1880 Siten., 1901 Vilh.).

*4. f. bohemica n. f.*

Zvláštní forma, která společně roste v mělkém lesním rybníčku mezi rákosím s *Tolypella prolifera*, napodobující ji svým habitem. Lodyhy málo rozvětvené, 15—20 *cm* vys., 0,48 až 0,56 *mm* tlusté, se středními články lodyžními 6—8 *cm*, hořeními jen 1—2 *cm* dl. Okornatění zřetelné, hlavní žebra silně vyniklá, ostny bradavkovité, malé, jen při větším zvětšení patrné. Palistový věnec jen v nejhořejších přeslenech zřetelný. V přeslenu nejčastěji 9 listů, 2—3 *cm* dl. Listy třetího přeslenu hořeního přesahují délkou často konec lodyhy podobně jako u *Tolypell*, složené ze 2 nebo 3 okornatěných článků (nebo i z 1) a ze 3—4buněčného neokornatěného článku, značně delšího než okornatěná část listu. Na př. první okornatěný článek měří 2 *mm*, kdežto neokornatěná část jest až 27 *mm* dl. Lístky mnohokrát delší než cystokarp (až 5 *mm* dl.), prostřední kratší, na spodní straně však zakrnělé. Antheridie 0,288 *mm* v průměru, cystokarpy 0,672 *mm* dl., 0,32 *mm* šir., jádro neúplně vyvinuté, červenohnědé.

V lesním rybníčku na podkladě opukovém mezi rákosím blízko hráze u Staré Hasiny u Rožďalovic (1909, Vilh.).

II. Řada: **Formae microteles** Mig.

Neokornatěný, obyčejně 2—3buněčný konečný článek jest kratší nebo jen maličko delší než poslední okornatěný listový článek.

a) *brevibracteatae.*

Lístky kratší než cystokarp.

5. *f. communis* Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 443.

Nejrozšířenější forma, prostřední velikosti, přes 15 *cm* vys., s lodyhou asi 0,6—0,7 *mm* tlustou, v hustých trsech rostoucí. Články lodyžní ve vyrostlých částech rostliny dvakrát i vícekrát delší než listy. Okornatění normální, hlavní žebra zřetelně vystupují, majíce roztroušené, okrouhlé bradavky, sotva pouhým okem viditelné, ale také někde drobnější ostny, zřetelně lupou viditelné. Listy nejsou obzvláště dlouhé, nýbrž v úplně vyvinutých přeslenech jen 6—8 *mm* dl., obyčejně 4—5článkové. První 3 uzliny listové plodonosné, někdy také čtvrtá. Neokornatěný poslední článek ze 2—3 buněk, jež dohromady jsou asi stejně dlouhé jako poslední okornatěný článek nebo o málo kratší nebo delší. Lístky jsou na spodní straně listu jen nepatrné, bradavkovité, na vnitřní straně útlé, o málo delší nebo kratší než cystokarp a zřetelně špičkou dovnitř zahnuté. Silně inkrustovaná, šedozelená, za sucha pak bělošedá. Jádro tmavohnědé, pod lupou skoro černé, 0,48—0,512 *mm* dl., 0,272 až 0,288 *mm* šir.

V Močickém rybníce u cesty z Charvátců do Kosořic blíže Ml. Boleslavě (1911, Vilh.) společně s Ch. foetida f. normalis. Tyto rostliny povšechně shodují se s formou Migulem popsanou a pokud se liší, uvedeno jest proloženým tiskem v popisu podle českých rostlin pořízeném.

*B.* **var. hispidula** A. Br., Schweiz. Char. p. 16.

Vyznačuje se zřetelnými, často pouhým okem viditelnými ostny silného vzrůstu, silněji vyvinutým palistovým věncem, většími listy a lístky.

I. Řada: **Formae macroteles** Mig.

Neokornatěný konečný článek jest značně delší než poslední okornatěný článek listu.

*6. f. leptosperma n. f.*

Forma prostředního vzrůstu, asi 15—20 *cm* vys., inkrustovaná a lámavá. Lodyhy 0,5—0,8 *mm* tlusté, články lodyžní 2—5 *cm* dl., nejhořejší přiměřeně kratší, listy 4—10 *mm* dl., obloukovitě nahoru zahnuté. Okornatění lodyhy velmi zřetelné, hlavní žebra silně vyniklá nad vedlejší. Ostny asi stejně dlouhé, jak jest lodyha tlustá, od lodyhy odstálé, na některých článcích velmi hojné, na jiných jen roztroušené. Palistový věnec malý, nezřetelný. Listy složené ze 4 okornatěných článků, z nichž 3 nebo 4 plodonosné, a z konečného 3buněčného neokornatěného článku, kratšího než okornatěná část listu, ale přece mnohem delšího než poslední okornatěný článek listu. Lístky asi stejně dlouhé jako cystokarp nebo málo delší, postranní kratší a přední nejdelší, na spodní straně bradavkovité nebo jen zřídka čtvrtiny cystokarpu dosahující. Cystokarpy 0,64—0,8 *mm* dl., 0,256—0,416 *mm* šir. Jádro tmavohnědé až skoro černé, podlouhle válcovité, 0,624 *mm* dl., 0,24 *mm* šir., se 14-ti silně vyniklými, tupými lištnami.

U Prachovských skal u Jičína (Siten.).

$\beta$) Fertilní články listu neokornatěné.

14. **Ch. Hippelliana** *n. subsp. Charae contrariae.*

Syn.: *Ch. contraria var. gymnophylla* A. Braun in litt. (Herb. Musei regni Boh.).

Nízká, prostředně inkrustovaná parožnatka, vyznačující se na rozdíl od Ch. contraria listy neokornatěnými, tvořící řídké trsíčky. Lodyhy 4—6 *cm* vys., asi 0,4 *mm* tlusté, s články lodyžními v hoření části 4—6 *mm* dl., ve střední pak až 1 *cm*. Okornatění málo zřetelné, bradavkovité ostny roztroušené, lupou patrné na hlavních žebrech, nepatrně vyniklých nad vedlejší. Palistový věnec nezřetelný. V přeslenu 6—8 listů, 3—5 *mm* dl., buď sterilních bez uzlin, buď s 1—2 uzlinami plodonosnými (zřídka se 3). Listy sterilní složené ze 4—5 neokornatěných buněk, plodonosné 2—3článkové, poslední článek na těchto 3—4buněčný, delší než ostatní články. Lístky stejně dlouhé jako cystokarpy, namnoze kratší nebo delší, špičkami zahnutými dovnitř. Jádro podlouhlé, tmavohnědé,

pouhým okem zdá se úplně černé, 0,448—0,528 *mm* dl., 0,24 až 0,32 *mm* šir.

V odvodňovacích příkopech na loukách kolem Páterova u Podolí blíže Bělé u Bezděze (1864, Hippeli v musej. herbáři), silnější forma v rybníce před pilou u Rečkova blíže Bakova (1899 Vilh.).

Parožnatku tuto označil již sám Al. Braun v herbáři Musea kr. čes. jako *Ch. contraria var. gymnophylla* analogickou australské parožnatce *Ch. Behriana A. Br.* (ve Fragm. einer Monograf. 1882 uvedena jako *var. Ch. contraria*, l. c. p. 143), jež jest silnější než *Ch. Hippelliana* a liší se ještě jinými podrobnostmi. Tato subspecies jest asi ve stejném poměru ke *Ch. contraria* jako *Ch. gymnophylla* ke *Ch. foetida* a mohla by býti obdobně za samostatný slabší druh považována.

** Jádro hnědé.

*α*) Neokornatěný článek listu vždy kratší než poslední okornatěný článek.

15. **Ch. intermedia** A. Braun ve Flor. krypt. badensis ined. (inherb. 1836).

Leonhardi, Öster. Arml. (1864) p. 80 (ex parte — incl. Ch. baltica); A. Braun, Char. v Kryptfl. v. Schles. (1876) p. 406; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 151; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 62; Migula v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 488; Synopsis Char. europ. (1898) p. 108.

Jest to střední druh mezi *Ch. contraria* a *hispida*, poslednímu zevním tvarem nejpodobnější. Lodyha silná, 1—$1^1/_2$ *mm* v průměru, asi 30 *cm* (i více) vys., málo rozvětvená; skoro vždy inkrustovaná, šedavě až bělavě zelená. Okornatění dvouřadé, dosti pravidelné; hlavní žebra zřetelně převyšují vedlejší na hranách s ostny buď krátkými bradavčitými, buď v nejhořejších přeslenech delšími, jehlicovitými, jednotlivými nebo řidčeji po 2 ve svazečkách, v nejdolejších článcích vůbec bez ostnů. Přesleny obyčejně 7—9ti listé. Listy se 6—8 články. Obyčejně 4—5 prvních článků okornatěných, z nich nejčastěji 3 první s rozmnožovacími ústroji. Konečný článek neokornatěný, 1—2buněčný, s poslední buňkou šídlovitou, celkem

kratší než poslední okornatěný článek listu. Listy na všech uzlinách dokola vyvinuté, na vnitřní straně kratší nebo málo jen delší než cystokarpy, na vnější straně kratší, často jen bradavkovité. Palistový věnec dvouřadý, nestejně vyvinutý podobně jako ostny, s delšími palisty v nejhořejších, s kratšími v doleních přeslenech, celkem silněji než u *Ch. contraria.* Jednodomá parožnatka. Antheridie v průměru 0,32—0,4 *mm.* Cystokarpy vejčité, 0,8—1,0 *mm* dl., 0,6—0,7 *mm* šir., s 12 až 14ti závity. Jádro tmavohnědé, zřídka skoro černé 0,6—0,7 *mm* dl., 0,4—0,45 *mm* šir., obyčejně s 11ti silnými lištnami.

Zeměpisné rozšíření tohoto druhu jest velmi rozsáhlé po celé skoro Evropě, v odchylných formách pak v sev. a jižní Americe. Jest to velmi variabilní druh a skoro na každém stanovisku lze nalézti odlišující se formu. Migula (l. c. p. 496) pokládá *Ch. intermedia* za původní druh, z něhož se vyvinuly *Ch. contraria* a *hispida.*

V Čechách sbírána byla poprvé prof. Velenovským ve vodách u Vrutice Benátské za Lysou n. L. (1884). Migula (l. c. 512) uvádí z Čech *f. condensata* od Vrutice u Mělníka, kteroužto zařadil jsem k *Ch. pannonica.*

*β*) Neokornatěný článek listu delší i mnohokrát než okornatěná část listu.

16. **Ch. pannonica** *subsp. n. Charae intermediae.*

Na první pohled svým habitem podobná parožnatka *Ch. hispida,* statná, prostředně inkrustovaná, šedozelená, rozvětvená, 35 *cm* vys. Lodyha 1—1,5 *mm* tlustá, se středními články lodyžními 5—7 *cm* dl., s listy až 2—4 *cm* dl. Okornatění lodyhy dvouřadé, hlavní žebra výše položená vedlejší níže, lupou snadno k rozlišení. Oboje žebra stejnoměrně vytvořená. Palistový věnec silně vyvinutý, pouhým okem zřetelně viditelný, pod hořeními přesleny se značně dlouhými palisty, delšími než tlouštka lodyhy, pod doleními přesleny s palisty kratšími. Ostny lodyžní husté na nejhořejších článcích lodyžních, tenké a nejvýš tak dlouhé jako tlouštka lodyhy, na konci mírně zahnuté, jehlicovité, jednotlivé nebo po dvou, na doleních článcích jen řídké a kratičké nebo úplně zde scházejí. Ač na některých článcích zdají se hlavní a vedlejší žebra skoro úplně

stejně vysoko položená, přece podrobnějším ohledáním dá se zjistiti lupou, že ostny čnějí na hranách a nejsou nikdy v rýhách. V přeslenu 8—10 listů, složených z 1 nebo 4, častěji ze 2—3 okornatěných článků, poměrně krátkých, majících uzlinu



Obr. 37. *Chara pannonica.* Celkový habitus ve skut. velikosti.

listovou, a z dlouhého, neokornatěného posledního článku, obyčejně málo tlustšího, složeného ze 4 buněk, z nichž poslední jest malá úzká, špičatá (mucro). Neokornatěná část listu mnohem delší než okornatěná, mnohdy i mnohonásobně. Lístky delší i vícekrát než cystokarp na vnitřní straně listu. Jednodomý a protandrický druh. Jen na málo listech vyvinuté rozmnožovací ústroje. Vždy po jednom antheridiu a cystokarpu v lístkové uzlině. Antheridie úplně vyvinuté, 0,32—0,4 *mm* v průměru. Cystokarpy sbírány dosud neúplně vyvinuté, jinak jsou podlouhlé, 0,64 *mm* dl., 0,4 *mm* šir. se širokou a velkou korunkou.

Tato parožnatka sbírána v Polabí u Lysé n. L. (1886) a podobná forma s listy v některých přeslenech úplně neokornatěnými v příkopu u dráhy u Všetat (1882) prof. Velenovským.

*Ch. pannonica* jeví příbuznost ke *Ch. intermedia*, svým okornatěním lodyhy, dále tvarem cystokarpu, dlouhým neokornatěným koncem listovým připomíná některé *formy macroteles Ch. contraria*. Svým robustním zjevem podobá se *Ch. hispida*. Že se tu nejedná o formu nebo varietu *Ch. intermedia* patrno, že u této poslední konečný článek listový neokornatěný (1—2 buněčný) jest vždy kratší než poslední okornatěný článek. Poněvadž zevní podobou i listy podobá se spíše *Ch. bohemica*, od které hlavně liší se okornatěním, majíc zřetelně ostny na hranách. Mnohokráte jsem pátral v různých směrech v okolí Lysé n. L. v poslední době po této parožnatce, ale dosud jsem ji znovu nenalezl.

K tomuto druhu náleží forma:

1. *f. condensata n. f.* (Syn. *Ch. intermedia f. condensata* Migula, Char. v Rabenhorst. Kryptfl. p. 512.)

Pravá, rašelinná forma, podobného habitu jako *Ch. foetida f. montana,* asi 5—8 *cm* vys., při tom směstnaná a silným inkrustováním velmi lámavá. Články lodyžní jsou velmi krátké, asi 1 *cm* dl. Rozvětvení jest bohaté a rostlina velmi hustě křovitá. Okornatění jest zcela pravidelné a skládá se často z krátkých soudkovitých buněk. Vedlejší žebra neleží také hlouběji než hlavní žebra a jen tím, že ostny obyčejně vyvýšeně stojí, jest umožněno stanoviti s velkou námahou

způsob okornatění. Ostny jsou nestejnoměrně vyvinuty buď velmi dlouhé, dvakrát tak dlouhé než lodyha tlustá, buď mnohem kratší a potom tlusté, ale sestaveny jsou vždy hustě a skoro vždy jednotlivé. Palistový věnec jest velmi silně vyvinutý a palisty jsou vždy delší než ostny. Listy jsou delší než články lodyžní s velmi dlouhou, jemnou, do vnitř stočenou a v usušeném stavu nepravidelně v jedno spadající špičkou, mívají 3—4 články, obyčejně jen 2 okornatěné a plodné, často také ještě 2 neokornatěné, z nichž má první ještě uzlinu lístkovou, druhý 2—3buněčný, velmi dlouhý, neokornatěný konečný článek. Lístky jsou na přední straně velmi dlouhé, na rubu jen málo delší než širší. Zralá jádra Migula neviděl a tuto formu popsal a zařadil k *Ch. intermedia* do řady *formae aculeolatae.*

Migula podotýká, že systematické zařazení této formy zdá se mu pochybným a že by mohla stejným právem se počítati ke *Ch. contraria.* Jen neobyčejně silně vyvinutý palistový věnec, realitivní tlouštka lodyhy a hojnost ostnů ho přiměly, že ji zařadil k *Ch. intermedia.*

Tuto formu Migulou popsanou sbíral Pavel Hora v bařinných příkopech u Vrutice blíže Mělníka v červnu 1896.

Úplně skoro podobnou formu totožnou s popisem Migulovým sbíral jsem na Hrabanově u Lysé n. L. (1902) ve vykopané jámě v rašelinné půdě blízko lesíka. Tato nízká směstnaná forma *Ch. pannonica* podmíněna tu asi nízkým stavem vody ve občasně vysýchající louži, ve které jsem ji nalezl. Proto jest asi její vzrůst omezený a články lodyžní vyvinuly se zkrácené, nahoře s nahloučenými přesleny listů. Jádro tmavohnědé, podlouhlé, 0,45—0,48 *mm* dl., 0,25 *mm* šir., se 12ti úzkými lištnami. Byla hojně inkrustována, hlavní žebra s ostny zřetelně ležela výše. Zdá se mi, že tato forma spíše náleží do příbuzenství *Ch. pannonica,* zvlášť pro své poměry v listech než ke *Ch. intermedia.*

b. *Aulacanthae* A. Br.

Hlavní žebra méně vyvinuta, jsou jen jako vpadlé rýhy mezi vedlejšími vyniklými žebry, jež vystupují jako hrany. Ostny na hlavních žebrech ve vpadlých rýhách.

* Ostny na okornatění jednotlivé.

*α*) Články listu i neokornatěné fertilní.

17. **Ch. gymnophylla** A. Braun ve Flora (1835) I. p. 62.

Leonhardi, Öster. Arml. (1864) p. 63; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 166; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 68; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 543; Synopsis Char. europ. (1898) p. 119.

Celkem slabý druh, blízce příbuzný k *Ch. foetida,* od něho zevní podobou se skoro neliší a oba mají četné přechodní formy mezi sebou. Okornatění dvouřadé, vedlejší žebra silněji vyvinuta než hlavní, ostny v rýhách. Palistový věnec dvouřadý, větší než u *Ch. foetida.* Listy buď úplně neokornatěné nebo jen s 1—2, řidčeji s 3 okornatěnými články, na nichž ještě často 2 nebo nejméně aspoň poslední jest neokornatěný. Konečný článek listu jest podobně jako u *Ch. foetida* nejčastěji 3buněčný. Rozmnožovací ústroje vždy i na neokornatěných článcích (na rozdíl od *Ch. foetida*). Jednodomá rostlina. Antheridie 0,3 *mm* v průměru. Cystokarpy 0,8 *mm* dl., 0,45 *mm* šir., se 13—14-ti závity obalných buněk. Jádro průměrně 0,5 *mm* dl., 0,32 *mm* šir., hnědé, zřídka černé, s 11ti lištnami.

Vyskytuje se podobně jako *Ch. foetida* na podobných stanoviskách, ve střední Evropě dosti roztroušeně. Nejvíce rozšířena v zemích kolem Středozemního moře, hlavně v již. Evropě, sev. Africe i v Asii. Pro svůj habitus snadno se může zaměniti s *Ch. foetida* nebo s její formami z řady *paragymnophylae,* k nimž má velice úzké vztahy a proto bývala považována druhdy samým Al. Braunem, v některých jeho spisech za varietu nebo subspecii *Ch. foetida.* Tvoří právě jako tato četné formy.

V Čechách *Ch. gymnophylla* nalezena byla dosud na 2 stanoviskách. Leonhardi uvádí ji (l. c. Verhandl. d. naturf. Vereins in Brünn, Bd. V. p. 155.) v rybníce u Horek, blíže Chlumce v jičínském kraji (1834, dr. W. R. Weitenweber) a (l. c. Lotos, September 1863) na hlubším místě lučního příkopu s více písečnatým než rašelinným dnem u Bělé u Bezdězu (Hipp.).

1. *f. tenuis* n. f.

Zvláštní drobná a tenká forma, šedozelená, jen asi 5—8 *cm* vys. Lodyhy průměrně až 0,4 *mm* tlusté, hojně rozvětvené s různě dlouhými články lodyžními, zřídka jen $1^1/_2$—2 *cm*

dl., obyčejně dosahují zvláště hoření jen 1 *cm* délky. Listy z doleních přeslenů přesahují do hořejších a zvláště v hoření části rostliny. Okornatění pravidelné, ostny nezřetelné, palistový věnec nepatrný. Listy rozmanitě vytvořené, často úplně neokornatěné, bez uzlin lístkových, zejména v doleních přeslenech, jiné úplně neokornatěné se 2 uzlinami lístkovými a plodonosnými, jiné s 1—3, nejčastěji se 2 články okornatěnými a s mnohem delším neokornatěným článkem 3buněčným. Lístky mnohokrát delší než cystokarp. Cystokarp 0,65 *mm* dl., 0,4 *mm* šir. Jádro tmavohnědé až černé. Má četné přechody k *Ch.* foetida řady forem *paragymnophyllae,* takže i tam mohla by býti počítána. Leonhardi však už dříve položil tuto formu jako a) *paragymnophylla* ke *Ch. gymnophylla.*

V lučních příkopech nedaleko Páterova a v rybníce na Valše, na břehu rybníka ve Vrbělé blíže Bělé u Bezděze (1863 a 1864, Hippelli).

*β*) Články listu jen okornatěné fertilní.

18. **Ch. foetida** A. Braun, Esquisse monogr. (1834) p. 354.

Syn.: Ch. tuberculata Opiz, Seznam rostl. květ. čes. (1852) p. 175; Ch. brachyclados Opiz.

Leonhardi, böhm. Char. (1863) p. 15; Öster Arml. (1864) p. 71; A. Braun, Fl. v. Schles. (1876) p. 406; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 159; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 72; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 554; Synopsis Char. europ. (1898) p. 122; Arthur Müller, Beitr. (1907) p. 37.

V Čechách nejobecnější a nejrozšířenější parožnatka. Téměř z každého naleziště možno popsati odchylnou formu tohoto mnohotvárného druhu. Bývá asi 4—60 *cm* vys., obyčejně málo větvitá, v trsech hustých, často inkrustovaná vápnem, zelená nebo bělavě šedá. Okornatění na lodyze dvouřadé, vedlejší žebra přečnívají a jsou tlustší než hlavní, na nichž jsou ostny jako v rýhách. Na starších článcích lodyhy tyto poměry okornatění jsou dobře viditelné, ač se zdá mnohdy jako by byla oboje žebra stejně vyvinuta. Ostny na hlavních žebrech jsou vždy jednotlivé, nikdy netvoří trsy a jsou jen řídce roztroušené, u četných českých forem pouhým okem málo vidi-

telné a zakrnělé. Palistový věnec dvouřadý pravidelně bývá slabě vyvinut, hoření kruh mívá palisty poněkud větší než dolení. Listů v přeslenu 6—10, obyčejně 7—8, se 2—7 články, z nichž 2—5 prvních bývá okornatěno; poslední článek ze 2 až 4, nejčastěji ze 3 buněk bývá neokornatěný. Obyčejně ubývá těmto buňkám konečného článku poměrně na délce a tloušťce do špičky. Konečná buňka listu bývá někdy jako mucro vytvořena. V uzlinách okornatěných částí listu jsou rozmnožovací ústroje a 4—6 lístků na vnitřní straně. Na vnější straně lístky obyčejně zakrnělé a jen jako bradavky patrné. Lístky bývají nejčastěji delší než cystokarpy. Tento druh jest jednodomý. Často jen po jednom antheridiu a cystokarpu, zřídka po dvou v jedné uzlině. Antheridie malé, světle červené, 0,25—0,3 *mm* v průměru, jež pravidelně dříve opadávají než spory uzrávají. Cystokarpy jsou podlouhle vejčité, co do velikosti měnlivé, průměrně 0,7—0,8 *mm* dl., 0,45—0,55 *mm* šir. Korunka malá s tupými, širokými buňkami. Jádro podlouhle vejčité, jasně hnědé, někdy kaštanově hnědé, zřídka tmavé do černa po odstranění pláště vápenného, 0,42—0,55 *mm* dl., s 11ti zřídka se 12—14-ti závity a zřetelně vystupujícími lištnami.

Jednoletá i vytrvalá rostlina rozmnožující se také vegetativně. Lodyžní uzliny a dolení části rostliny v bahně přezimují a na jaře pak vyhánějí větevní výhonky. Jádra uzrávají od června do srpna.

Jest to nejobecnější druh vyskytující se po celých Čechách. Roste v lučních, odvodňovacích příkopech, studánkách, pramenech, tůních, rybnících atd. vždy ve velkém množství pohromadě. Co do rozmanitosti forem jest tento druh u nás nejvariabilnější vedle *Ch. fragilis* a vyskytuje se v rozmanitějších formách než tento. Nejsa vybíravý ve volbě stanoviska roste na nejrozličnějších lokalitách a proto tvoří tak různé formy.

Formy rozlišují se podle tvaru a vyskytování se ostnů na okornatění, dle délky lodyžních článků, dle složení listů a dle tvaru přeslenu, dle délky lístků vzhledem k cystokarpu, dle velikosti palistového věnce, dle inkrustace a ještě jiných zjevů.

Leonhardi v Öster. Arml. Gew. (1864) rozlišoval 5 hlavních forem *Ch. foetida* a to: a) *forma aequistriata* (hlavní a vedlejší žebra těžko se dají rozeznávati, b) *f. vulgaris* (ve-

dlejší žebra zřetelně přečnívají), c) *f. rudis* (hlavní žebra jsou zakryta vedlejšími), d) *f. melanopyrena* (jádro černé), e) *f. crassicaulis* (nyní uznává se co samostatný druh). Mimo to roztřiďoval ještě formy nižšího stupně, udávaje pak pojmenování formy několika výrazy.

Pěkné rozdělení forem *Ch. foetida,* zvláště vynikající svou přehledností, podal Al. Braun v afr. Char. (p. 839), jež Sydow v europ. Char. (p. 74) i Migula v Rabenh. Kryptfl. (p. 564) znova otiskují. Migula však roztřídil 70 forem dle svého materiálu znova ve 4 řady forem, kteréhožto rozdělení i zde použito. Z českých forem jen několik bylo možno srovnati s formami Migulem popsanými, z nichž mnohé zcela se neshodují s popisy udanými, lišíce se některými podrobnostmi. I z různých stanovisek českých nelze úplně totožné formy nalézti, přece však v hlavních znacích možno je srovnati. Pro snadnější přehled jednotlivých forem rozděleny jsou jednotlivé řady v menší skupiny dle způsobu A. Brauna.

### I. Řada forem: **subinermes** Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 566.

Ostny bradavčité, malé, sotva lupou znatelné, menší než listy palistového věnce, jádro hnědé.

*A. Condensatae.*

Přesleny sblížené, husté, změtené.

*1. f. humilis n. f.*

Nízká a stlačená forma, dosti inkrustovaná, v nejhořejších přeslenech šedozelená, ostatně hnědočervená. Lodyhy jen 5—6 *cm* vys., 0,4 *mm* tlusté, málo rozvětvené. Články lodyžní poměrně krátké, 3—8 *mm* dl., málo jen tlustší než listy. Palistový věnec malý, ostny jen bradavkovité v rýhách na pravidelném okornatění lupou zřetelně viditelné. V přeslenech po 7—8 listech, nepříliš silných (0,4 *mm*). První 1—2 články listu okornatěné a plodonosné, konečný článek neokornatěný 2—3-buněčný, skoro stejně jako předešlé tlustý. Lístky na vnitřní straně jen vyvinuté, dvakrát i vícekrát delší než cystokarp.

V tůni za cukrovarem podle trati blíže Oužic u Kralup n. Vlt. tvoří nízké porosty na dně (1895, Tocl).

*2. f. pratensis n. f.*

Hustě trsnatá forma se směstnanými přesleny velmi nízkého vzrůstu a zvláštního habitu, podobající se tvarem skoro liščímu ocasu. Lodyhy jen 4—5 *cm* vys., málo rozvětvené. Články lodyžní, zvláště nejhořejší, nepatrně vyvinuté, 2—6 *mm* dl., takže listy z doleního přeslenu skoro dosahují přeslenu hořeního. Okornatění dobře viditelné, roztroušené bradavkovité ostny v rýhách. Palistový věnec zřetelný, palisty jeho jen jako podlouhlé bradavky vyvinuté. V přeslenech po 10-ti listech. Listy 5—10 *mm* dl., mírně obloukovitě zahnuté, mají první 1—3, často jen 2 články okornatěné s rozmnožovacími ústroji a 2—3buněčný, o málo jen silnější a skoro stejně dlouhý konečný článek. Lodyha jest dvojnásobně tak tlustá (0,7 *mm*) než listy (0,3—0,4 *mm*). Lístky 2krát i vícekrát delší než cystokarp. Rostliny mají nahoře šedozelené, dole hnědé zbarvení a jsou prostředně inkrustované.

V lučních příkopech, k Vyhnanovu u Kostelce n. Orl. (Děd.).

*3. f. turfosa n. f.*

Tato tenkolistá forma tvoří husté trsnaté porosty v příkopech odvodňovacích na bařinných lukách, jest prostředně inkrustovaná, bělavě šedozelená, na dolejších částech červenavě hnědá. Lodyhy 6—8 *cm* vys., 0,4—0,6 *mm* tlusté, málo rozvětvené, s nejhořejšími přesleny jen směstnanými, se středními a doleními oddálenými. Články lodyžní střední 2—25 *mm* dl. Okornatění zřetelné, bradavkovité ostny v rýhách, lupou dobře patrné i palistový věnec zřetelný. Střední přesleny listů rovnovážně odstálé. Listy tenké (0,35 *mm*) dosahují jen 5—15 *mm* délky. Na listech obyčejně první 3, zřídka 2 nebo 4 články okornatěné a plodonosné a stejně dlouhý i o málo delší, stejně však tlustý neokornatěný, 3buněčný konečný článek. Lístky velmi dlouhé i dvojnásobně přesahují délku příslušného článku listového.

Na bažinných lukách mezi Benátskou Vruticí a Milovicemi u Lysé n. Lab. (1888, Faustus).

*4. f. flexiloides n. f.*

Forma prostřední velikosti, šedozelená, Nitellám podobná svou ohebností, dlouhými neokornatěnými články

listovými i mírnou inkrustací. Lodyhy 10—15 *cm* vys., s články lodyžními 1—3 *cm* dl., málo jen rozvětvené. Poměry okornatění velice těžce lze stanoviti, neboť vedlejší žebra nepatrně převyšují hlavní, na kterých nepatrné bradavky jen řídce jsou roztroušeny. Palistový věnec zřetelný, ale malý. Listy velice ohebné, pentlicovité (sušené), nejčastěji se 2—3 okornatěnými články plodonosnými, zřídka jen s jedním nebo úplně bez okornatění a s konečným článkem 3—4buněčným, neokornatěným, v některých přeslenech mnohem delším než okornatěná část listu. Lístky mnohokrát delší než cystokarpy. Jádro šedočerné.

V rybníce ve Sluhách a v Měšicích blíže Čakovic u Prahy (1872, Děd.).

5. *f. subrudis n. f.*

Silnější, mírně inkrustovaná, šedozelená forma na konci s nahloučenými přesleny, ve střední a dolení části s dlouhými (až 8 *cm*) články lodyžními. Lodyhy 1—2 *dm* vys., až 1 *mm* tlusté, málo rozvětvené, s výrazným okornatěním. Zvláště vyniklá jsou vedlejší žebra, jež hlavní skoro úplně zakrývají, bradavkovité pak ostny jsou nezřetelné, vyskytující se jen roztroušeně. Palistový věnec zřetelný. Listy 1—2 *cm* dl., složené obyčejně ze 3, řidčeji ze 2 plodonosných článků okornatěných a z delšího neokornatěného článku 3—4buněčného, o málo jen tlustšího. Lístky mnohokrát delší než cystokarp.

V rybníčku u Hruštice blíže Turnova (1869, Děd.), v rybníce u Ovčínů u Turnova (1913, Vilh.).

6. *f. capitulifera n. f.*

Nízká forma na konci s nahloučenými přesleny v podobě podlouhlých hlávek, prostředně inkrustovaná, šedozelená, zevně podobná Tolypellám. Lodyhy asi 1 *dm* vys., 0,7—0,8 *mm* tlusté, na konci více rozvětvené; střední a dolení články lodyžní 1—3 *cm* dl. Okornatění pravidelné, bradavkovité ostny nezřetelné, palistový věnec vyvinutý. Listy složené ze 2—3 okornatěných a plodonosných článků a z konečného nejčastěji 3buněčného, neokornatěného článku, jenž jest asi stejně nebo málo delší než okornatěná část listu. Lístky mnohokrát delší než cystokarp.

V tůni za cukrovarem blíže Oužic u Kralup n. Vlt. (1901, Tocl).

7. *f. paludosa n. f.*

Forma nízká, hustě trsnatá, mírně inkrustovaná, nahoře zelená, dole žlutohnědá, 4—7 *cm* vys. Hoření přesleny tvoří husté chomáčky z listů. Lodyhy prostředně silné (0,35—0,65 *mm*), s lodyžními články zvláště zkrácenými (3—9 *mm*). Okornatění zřetelné s vyniklými vedlejšími žebry a v rýhách s bradavkovitými, řídce roztroušenými ostny na hlavních žebrech. Palistový věnec výrazný. V přeslenu nejčastěji 8 listů různě vytvořených. Nejdolejší přesleny často s listy sterilními a úplně neokornatěnými. Ostatní přesleny složené z listů, jež mají 2 i 3 články okornatěné a plodonosné (zřídka jen 1) a 3—4buněčný konečný neokornatěný článek o málo tlustší než okornatěné. Lístky mnohokrát delší než cystokarp. Cystokarpy zralé, 0,65—0,7 *mm* dl., 0,4 *mm* šir., s jádrem skoro černým. Tato forma podobá se značně *Ch. papillosa* Fröhlich dle popisu Migulova (l. c. p. 583).

V močálech pod Perčem u Žatce na půdě bílé, jílovité (1886, L. Čelakovský fil.).

8. *f. densa* Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 572.

Rozšířená, ale méně hojná forma, zvlášť nenápadná, asi 15 *cm* vys., s oddálenými hustými přesleny, prostředně rozvětvená a rostoucí v hustých trsech. Články lodyžní jsou ve středu lodyhy až skoro 3 *cm* dl., listy asi 1 *cm* (nedosahující 1½ *cm*, jak Migula udává), vzhůru obloukovitě zahnuté a s četnými dosti dlouhými lístky, článek lodyžní hustě zastírající. Okornatění typické, zvlášť hlavní žebra širší. Na rozdíl od Migulova popisu ostny nedosahují značnější délky ani v nejhořejších částech, takže přechod k řadě subhispidae není u českých rostlin patrný. Palistový věnec dobře vyvinutý, jehož palisty jsou delší než bradavkovité ostny. Listy mají 3 okornatěné a plodonosné články a 3buněčný, neokornatěný konečný článek, jenž jest jen o málo kratší než okornatěná část listu. Lístky jsou mnohokrát delší než cystokarp, postranní delší než přední a obyčejně zase jeden postranní delší a

tlustší než ostatní, na vnější straně zakrnělé. Zralé cystokarpy 0,7—0,72 *mm* dl. a 0,39—0,4 *mm* šir.

Dosti inkrustovaná v odvodňovacích příkopech na kyselkách polabských mezi Vavřincem a Jelenicemi na všetatských loukách u Mělníku (1902, Vilh.). Podobné formy: v jílovitých močálech s čistou vodou u cesty od Sadské k Nymburku (1883, Velen.), v bahnitém rybníčku na Občině Zámostské u Rožďalovic na opukovém podkladě (1901, M. Saska), v rybníce u cukrovaru v Dymokurech (1911, Baudyš).

*9. f. prolifera n. f.*

Prostřední, slabě inkrustovaná, bělavě zelená forma, vyznačující se hořeními přesleny listů nahloučenými v chuchvalce. Lodyhy asi 15 *cm* vys., s prostředními články lodyžními až 3 *cm* dl., hořeními poměrně kratičkými. Okornatění málo zřetelné a ostny skoro neznatelné. Palistový věnec málo zřetelný. Listy až 1 *cm* dl., se 3—4 okornatěnými a plodonosnými články a s konečným neokornatěným 3buněčným článkem kratším než okornatěná část, o málo však silnějším. Lístky 3krát i vícekrát delší než cystokarp.

V příkopě od Kyselovska k Valdštýnu u Turnova (1869, Děd.).

*10. f. rivularis n. f.*

Husté trsy tvořící forma, v hořeních přeslenech s listy chomáčovitě nahloučenými, podobně jako u *f. prolifera.* Lodyhy asi 15 *cm* vys., se středními lodyžními články asi 2 *cm* dl., hořeními značně kratšími. Okornatění výrazné, hlavní žebra širší s drobnými bradavkovitými ostny v rýhách. Palistový věnec zřetelný. Listy často s 1—3 okornatěnými a plodonosnými články a s ohebným (usušeným pak pentlicovitým) konečným neokornatěným článkem, o málo delším než okornatěná část listu. Lístky mnohokrát delší než cystokarp. Slabě inkrustovaná a světle zelená, v dolení části žlutavě bělavá.

V potoku u převozu z Roztok ku Brňkám a v tůních vltavských proti Roztokům u Prahy (1872, Děd.), z druhého naleziště s nepravidelným okornatěním i s většími často ostny, přibližující se k formám řady subhispidae. Podobná

forma v doleních přeslenech s listy úplně neokornatěnými v Polabí u stanice Klomín-Obřiství u Neratovic (1872, Děd.).

*11. f. canescens n. f.*

Nízká, silnější forma tvořící řídké trsy. Lodyhy 5 až 7 *cm* vys., v hoření části s přesleny směstnanějšími. Okornatění nestejnoměrně vyvinuté, bradavkovité ostny téměř nezřetelné. Palistový věnec patrný. Listy vytvořeny rozmanitě, v některých přeslenech zvláště doleních listy úplně neokornatěné ze 6ti buněk složené, tyto poměrně nejdelší, v některých přeslenech s jedním, v jiných se 2, zřídka se 3 okornatěnými články. Neokornatěná část listu usušená pentlicovitá a málo širší než okornatěná. Lístky delší než cystokarp, na neokornatěných článcích listu vůbec nevyvinuté. Inkrustovaná, šedozelená.

Nad Libochovany k Řepicům sev. od Litoměřic (1902, Podp.).

*12. f. saxatilis n. f.*

Forma různého habitu celkového z téhož stanoviska. Méně inkrustovaná s hustými, do chomáče nahoře nahloučenými přesleny následkem většího rozvětvení, více inkrustovaná a méně rozvětvená, zakončena chvostovitě při zkrácení hoření lodyžních článků, což vyvoláno různým osvětlením a různou výškou vody, ve které roste. Lodyhy 10—15 *cm* vys., až 1 *mm* tlusté, nahoře s velmi krátkými články lodyžními, uprostřed 2—3 *cm* dlouhými. Okornatění zřetelné, ostny roztroušené, často stejně asi dlouhé jako v palistovém věnci, v rýhách dobře patrné. Listy v různých přeslenech nestejně dlouhé, v nejhořejších 5 *mm*, v doleních mnohdy až 25 *mm* dl. I složení listu rozmanité. Okornatěné články nejčastěji 3, řidčeji 2 nebo 4 nebo 1, z těchto první 3 bývají plodonosné. Ve střední části lodyhy často přesleny z listů úplně neokornatěných, sterilních a nejdelších, jež přesahují hoření přesleny. Neokornatěná část listu vždy delší než okornatěná. Lístky 3krát delší než cystokarp, i na vnější straně mnohdy vyvinuté, ale pak jenom zcela krátké.

V pramenu ve skalách proti Libšicům v údolí vltavském u Prahy (1899, Vilh.), nízká podobná f. na svahu

vltavském směrem k Drastům v pramenu blíže Klecan u Prahy (1871, DĚD.).

13. *f. condensata A. Br.* (Ch. montana SCHLEICH., Cat. et Pers. Syn. II. p. 530.)

Velmi nízká, ale při tom silná, stlačená forma. Lodyha pravidelně nebývá přes 8 *cm*, spíše jen 5—6 *cm* vys. a 0,8 *mm* tlustá, nemívá četné přesleny, spíše jest více rozvětvena. Články lodyžní jsou jen nepatrně delší než velmi tlusté listy. Okornatění jest normální, na mladých článcích velmi zřetelné, ostny malé, lupou viditelné. Listy a lístky neobyčejně tlusté, pročež přesleny zdají se velmi husté. Listy bývají po 7—8 v přeslenech, mají často 3 okornatěné a plodonosné články a neokornatěný, 2—3buněčný konečný článek, který jest kratší než okornatěná část listu, dvakrát však delší než poslední okornatěný článek. Lístky jsou na spodní straně slabě bradavkovitě vyvinuté, na přední části sotva dvakrát delší a polovičně široké než cystokarp, postranní mnohokrát delší než cystokarp a stejně široké. Tak bývá v prvním lístkovém přeslenu, v dalších bývají lístky stále menší. Jádro asi 0,48 *mm* dl., 0,32 *mm* šir., kaštanově hnědé. Rostliny silně inkrustované.

U dráhy u Pardubic (musejní herb.), v malém rybníce u Turnova (DĚD.), v lučních příkopech u Hrdlořez u Prahy (A. REUSS fil. a JIRUŠ, 1863).

B. *Laxiores.*

Přesleny oddálené buď přímo odstávající, buď obloukovitě vzad prohnuté, buď konvergující.

14. *f. normalis* MIG. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 567.

Tato nejrozšířenější forma dosahuje až 30 *cm* výšky; tenká, rostoucí ve volných trsech, normálně rozvětvená. Listy sahají skoro do polovice lodyžních článků a bývá jich 7—8 v přeslenu. Okornatění zřetelné, ostny pak malé a řídké. Listy mívají nejčastěji 3 okornatěné a plodonosné články a 3buněčný, neokornatěný konečný článek, který bývá skoro asi stejný s okornatěnou částí. Vyskytují se však také na zakrnělých větvích listy jen s jedním okornatěným a plodonosným článkem, krom toho pak s vícebuněčnou neokornatěnou špičkou,

což i u jiných forem bývá časté. Lístky bývají na rubu jen malé, isodiametrické bradavky, v předu a na stranách skoro dvakrát delší než cystokarp, postranní však pravidelně o něco delší než přední. Zralá jádra jsou kaštanově hnědá, skoro jasná, 0,48 *mm* dl., 0,32 *mm* šir. Inkrustací bývá šedozelená.

V rybníce u Ohavče u Jičína (1911, Baudyš), v příkopech u Jičína (musejní herb.), v rybníce Močickém u Kosořic při cestě k Charvatcům u Ml. Boleslavě (1911, Vilh.), v tůních kolem Starých Benátek (Vilh.), ve vodách u Vrutice Benátské za Lysou n. L. (1884, Velen.), f. s lístky delšími v tůních u severozápadní dráhy u Všetat-Přívor (1876, Čelak.; 1901, Vilh.), silnější forma v hlavním odvodňovacím příkopě u Vavřince na všetatských lukách (1902, Vilh.), v loužích v lomech na Kamejce u Čáslavě (1909, Lad. Novák), příkopy u Ratenic a Křečkova u Nymburka a u Rychnovska (herb. musej.), Brandýs n. Orl. (herb. musej.). Ze starších stanovisek dlužno uvésti ještě: Praha (1855, Schöbl), z Král. Obory u Prahy s nahloučenými nahoře přesleny (1854, Schöbl), Vršovice (1840, Opiz), u Děčína (1854, Malínský), v rybníčku na Doubravské hoře u Teplic (1870, Děd.), v loužích v oboře u Bělé u Bezděze (1864, Hippelli).

*15. f. bohemica n. f.*

V hustých trsech rostoucí silnější forma, 15—20 *cm* vys., inkrustovaná, šedozelená s přesleny hustými, ne příliš oddálenými, normálně rozvětvená. Lodyha asi 0,8 *mm* tlustá. Okornatění pravidelné, ostny bradavčité lupou dobře patrné, palistový věnec zřetelný. V přeslenech po 7—8 listech, v hořeních přeslenech vzhůru obrácených, v doleních často odstálých od lodyhy. Listy mají 2—3 okornatěné a plodonosné články a 2—3buněčný neokornatěný konečný článek o málo delší než okornatěná část listu, který u sušených rostlin snadno opadává. Lístky mnohokrát delší než cystokarp, postranní nejdelší. Na zadní části listové uzliny jen jako isodiametrické bradavky vyvinuté.

V pramenitých stružkách v dolení části louky u Řepova pod Chlumem u Ml. Boleslavě (1899, Vilh.), v rybníce u Jinolíce u Jičína (1911, Baudyš), v údolí potoka Bělé u Bezděze (1865, Hippelli), v příkopě u M. Běchar u Kopidlna (1913, Baud.).

*16. f. macroteles* Mig. v Rabehorst. Kryptfl. (1897) p. 571.

Dosti silná forma, jež vyznačuje se dlouhými a trochu zpět zahnutými listy a svými dlouhými, tlustými lístky, tvořící křovité přesleny; mimo to má nápadně dlouhé a tlusté konečné články. Výšky dosahuje 25—30 *cm*, tlouštky lodyh až 1 *mm*; hojně bývá rozvětvena, články lodyžní nejsou zcela dvakrát delší než listy, ale málo jsou zahaleny od rovnovážně rozložených nebo zpět zahnutých listů. Okornatění normální, ale buňky korové připadají usušené velmi nepravidelné, takže ostny brzo něco výše, brzo něco níže leží než vedlejší žebra. Ostny jsou dobře vyvinuté, ale nerovnají se ani polovièní tlouštce lodyhy, jsouce menší nebo zřídka rovněž tak veliké jako buňky silného palistového věnce. Listy až 2 *cm* dl., z kteréžto délky u vyrostlých listů více než polovina připadá na neokornatěný konečný článek. Na listech bývají 2—4 okornatěné a plodonosné články a často pak 3buněčný neokornatěný konečný článek, který sotva tak dlouhý, ale dvakrát až čtyrykrát tak tlustý jest než okornatěná část listu. Listy jsou na spodní straně zakrnělé, přední a postranní mnohokrát delší než cystokarp. Zralé jádro je světle hnědé, 0,52 *mm* dl., 0,34 *mm* šir.

Ve strouze u rybníka Litovického u Hostivic blíže Prahy (1874, Polák), v jílovitých močálech s čistou vodou u cesty od Sadské k Nymburku (1883, Velen.), v příkopě za dvorem Oktavianem k rybníku Třešickému u Chlumce n. Cidl. (1901, Vilh.), v Novém rybníce v lese u Chudíře u Ml. Boleslavě (1911, Vilh.), u Prosedic blíže Teplic (1854, G. Eichler), v opevňovacích příkopech u Terezína (1860, Leonh.), drobnější forma v odvodňovacích stružkách lučních mezi Páterovem a Podolím (1864, Hipp.) a forma s 1—2 okornatěnými články listu u Rečkova u Bělé u Bezděze (1899, Vilh.). Zvláštní forma odlišného habitu s jádrem tmavohnědým, 0,48 *mm* dl. a 0,32 *mm* šir., s okornatěním zkrouceným i nepravidelně vyvinutým v nádržce poblíž hald dolových u Libušína u Kladna (1901, Vilh.), f. silně inkrustovaná v pramenu v císařské rokli proti Srbsku u Berouna (1899, Vilh.). V studánce na loukách všetatských mezi Vavřincem a Liblicemi (1901, Vilh.).

*17. f. tenuis n. f.*

Nízká a tenká forma podobná f. macroteles. Lodyhy jen asi 6—10 *cm* vys., mírně rozvětvené, s články lodyžními nejčastěji 0,5—2 *cm* dl., v hoření části značně sblíženými, s listy až 2 *cm* dl. Okornatění nezřetelné; drobné, bradavkovité ostny velmi roztroušené, palistový věnec malý, málo zřetelný. Listy složeny ze 3 okornatěných plodonosných článků a z delšího (mnohdy až dvakrát než tyto) konečného neokornatěného článku. Lístky vícekrát delší než cystokarp.

V příkopech lučních blíže Podolí u Bělé u Bezděze (1865, Hipp.).

*18. f. longibracteata* Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 567.

Velká a dlouze listnatá forma se vzdálenými od sebe přesleny, až 50 *cm* vys., normálně rozvětvená, velké a řídké trsy tvořící. Lodyha až 1 *mm* tlustá, články lodyžní až 9 *cm* dl. Okornatění normální, zřetelně viditelné, ostny malé a roztroušeně se vyskytující. Listy v prostředních přeslenech mohou býti až 5 *cm* dl., často i zpět zahnuté, po 7—8 v přeslenech, se 3—4 okornatěnými a plodonosnými články a nejčastěji se 3buněčným neokornatěným konečným článkem, který jest na vzrostlých listech často delší než okornatěná část listu. Lístky na spodní části sotva vyvinuté, na přední a na stranách mnohokrát delší než cystokarpy, na listech prostředních přeslenů až 1½ *cm* dl. Jádro světle hnědé, 0,55 *mm* dl. a 0,35 *mm* šir.

Pro nižší stav vody v odvodňovací strouze poněkud v menších rozměrech u Netřeb a Oužic mezi Kralupy n. Vlt. a Neratovicemi (1901, Vilh.), v tůních v borech kolem nádraží u Neratovic (1901, Velen., Vilh.), v rybníce u Měšic blíže Čakovic u Prahy (1872, Děd.), v kalném rybníce u V. Čakovic (1885, Velen.), v tůních u Labe blíže Lovosic (Čelak.), ve strouze odtokové pod rybníkem Mrštínem u Kosořic u Ml. Boleslavě (1911, Vilh.), v tůni u Žehuňského rybníka mezi Žehuní a Chotěšovem u Chlumce n. Cidl. (1901, Vilh.), v rybníčku u silnice u Chlumce n. Cidl. (1901, Vilh.), u cihelny u Lab. Týnice (musej. herb.), u Prachovských skal u Jičína (Siten.), u Jičína a u Křečkova blíže Nymburka (mu-

sej. herb.), v loužích v Oboře u Bělé u Bezděze (1864, Hipp.), menší f. v rybníce v údolí Bělé (1865, Hipp.). Ze starších nalezišť: Zlíchov u Prahy (v herb. musej. 1853, Opiz).



Obr. 38. *Chara foetida* A. Br. *f. longibracteata* Mig. Čakovice u Prahy.

*19. f. pseudocondensata n. f.* (Syn.: *Ch. tuberculata* Opiz.)

Husté trsy tvořící forma a spojující znaky částečně *f. macroteles, longibracteata* a *condensata*. Lodyhy 10—15 *cm* vys., v nejhořejší části s články lodyžními zkrácenými, středními a doleními nejčastěji 1½—2 *cm* dl. V hořeních přesle-

nech přesahují delší listy vzhůru obrácené přes listy kratší vyšších přeslenů a tak vzniká nahloučení listů s četnými dlouhými lístky, jež zakrývají lodyhu. V doleních přeslenech listy často od lodyhy odstálé nebo mírně na zad zahnuté, až 2 *cm* dl. Okornatění pravidelné, bradavkovité ostny pod lupou dobře patrné, palistový věnec zřetelný. Listy mají 3 okornatěné a plodonosné články a asi stejně dlouhý a o málo tlustší 3buněčný neokornatěný konečný článek. Lístky na spodní straně zakrnělé, přední a postranní značně dlouhé (až 1½ *cm*) a tlusté.

V odtokové strouze pod rybníkem Močickým u Kosořic blíže Ml. Boleslavě (1911, Vilh.), Vršovice (v herb. musej. jako Ch. tuberculata 1840 Opiz), rybník Nečas u Břístve blíže Rožďalovic (1913, Baudyš).

*20. f. brevifolia* Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 580.

Velmi krátkolistá a protáhlá forma s lodyhou 1 *mm* (i více), asi 25 *cm* vys., prostředně rozvětvená. Lodyžní články jsou nestejné, 2—6 *cm* dl., listy nejvýše 5 *mm* dl., často i kratší, dosti však tlusté. Okornatění přes silnou inkrustaci dosti zřetelné, ostny silně vyvinuté, ale nejsou tuze dlouhé a přiléhají k lodyze. Listy mají 3—4 články velmi krátké, okornatěné a často také plodonosné a 3—4buněčný, neokornatěný konečný článek, jehož buňky nejsou u českých rostlin soudkovitě stlustlé, jak udává Migula (l. c.), nýbrž stejně asi tlusté jako ostatní velmi krátké, často obě poslední skoro isodiametrické. Konečný článek jest kratší než okornatěná část listu. Lístky na spodní straně listu malé, bradavkovité, na stranách skoro stejně dlouhé, v předu trochu delší než cystokarp. U českých rostlin antheridie 0,29 *mm* v průměru, cystokarpy podlouhle kulaté, 0,65 *mm* dl., 0,36 *mm* šir. Jádro hnědé. Migula udává rozměry jádra: ca 0,5 *mm* dl. a 0,35 *mm* široké.

V odvodňovacích příkopech na více místech na všetatských lukách u Vavřince směrem k Mělníku (1902, Vilh.). Sem možno i zařaditi formu s konečným článkem, málo tlustším než část okornatěná, s lístky pak delšími než cystokarp, rostoucí v tůni za cukrovarem podle železničního náspu u Oužic blíže Kralup n. Vl. (1895, Tocl).

21. *f. pseudocontraria* Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 578.

Tato forma poněkud připomíná habitem Ch. contraria, 15—20 cm vys., tvořící dosti rozvětvené husté keříky. Lodyžní články ani uprostřed lodyhy nebývají nikdy dlouhé, asi jen 2 *cm*, ke špičce značněji ještě kratší. Listy bez ohledu na mladé, dosud nevyvinuté, velmi pravidelné, 1 *cm* dl., často po 8 v přeslenech, na špičce slabě nahoru zahnuté, ostatně však poněkud odstávající. Lodyha jest poměrně k délce tenká, slabší než obvykle u Ch. foetida. Okornatění jest silně vyniklé, velmi stočené; v hořeních částech zvláště vystupují zřetelně vedlejší žebra. Ostny jsou krátké a leží těsně na buňkách okornatění, takže jen pod mikroskopem jsou patrné. Listy mají obyčejně 3 okornatěné, plodonosné články a neokornatěný sterilní konečný článek malý, tupě zaokrouhlený. Nejdelší lístky plodonosných listů jsou dvakrát delší než cystokarp, postranní málo kratší, na spodní straně sotva vyvinuté. Jádro jest světle hnědé.

V rybníčku v oboře u Strassdorfu u Dokes (1867, Šouta).

22. *f. pusilla* (Lasch.) Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 584.

Malá, nízká a štíhlá forma. Bývá jen asi 5—6 *cm* vys., lodyhy asi 0,4—0,5 *mm* v průměru tlusté. Články lodyžní jsou sotva 1 *cm* dl., listy až 6 *mm* dl. Rozvětvení je zvláště v dolení části dosti velké, také vyrůstají četné lodyhy z půdy, jež tvoří pak hustý trs. Silná inkrustace vadí snadnému rozpoznání charakteru okornatění, na jednotlivých článcích podaří se jen při silnějším zvětšení rozlišiti hlavní a vedlejší žebra. Ostny jsou malé, krátce elipsovité a bývají dosti husté (na nejhořejších článcích). Palistový věnec jest prostředně silný, ale vždy ještě silnější než ostny. Listy mívají 2—3 okornatěné a plodonosné články a konečný článek neokornatěný 2—3buněčný, jenž jest kratší než okornatěná část listu. Lístky jsou málo tenší než lodyha, na spodní straně zakrnělé, v předu a na stranách asi stejně dlouhé nebo kratší, zřídka i o málo delší než cystokarp. Jádro tmavohnědé, u českých rostlin 0,39 *mm* dl. 0,28 *mm* šir.

V údolí říčky Bělé u Bělé u Bezděze (1864, Hippeli).

23. *f. brachyphylla* Mig. v Rabenhorst. Krypt. Fl (1897) p. 578. (Syn.: *Chara brachyclados* Opiz.)

K formě popsané Migulou možno řaditi i rostliny české, jež poněkud se liší. Dle starého označování bylo by možno charakterisovati formu jako brachyphylla brevibracteata *macroteles*. Rostliny asi 10 *cm* vys., velmi silné, krátkolisté a tlustolisté. Lodyha 1 *mm* tlustá, články lodyžní $1^1/_2$—2 *cm* dl., listy 4—8 *mm* dl., značně tlusté (zvláště neokornatěné části), nahoru zahnuté a spíše k lodyze přiléhající. Rozvětvení pravidelné, rostliny tvoří volné trsy a porůstají také ve světlých porostech dno vody, ve které rostou. Okornatění jest na mladších článcích snadno znatelné, na starších nejsou hlavní žebra po usušení nápadná, takže sotva hlouběji leží než vedlejší. Ostny jsou malé a řídké. Palistový věnec jest zřetelný a dosti silný. Na mladších přeslenech listy mají pravidelně 3 okornatěné, plodonosné články a 3 (i 2) buněčný neokornatěný konečný článek, který není delší než okornatěná část listu .V starších přeslenech buď úplně neokornatěné listy i s lístkovými 2 uzlinami, nebo s 1—2 okornatěnými články, někde i s plodonosnými uzlinami, pod nimiž první článek listu často neokornatěný. Konečná buňka listu poměrně krátká, úzká a špičatá. Lístky na spodu zakrnělé přední a postranní dvakrát delší než cystokarp, buď postranní buď přední o něco delší. Jádro červenohnědé, *0,4 mm* dl. (l. c u Miguly 0,2 *mm* dl. snad chybou tisku), *0,26 mm* šir. Rostliny velmi tuhé a rozestálé, inkrustované, šedozelené.

Tato forma mohla by býti i dobře položena do řady *paragymnophyllae*. Migula však uvádí i formu s podobnými odchylkami v okornatění listů ze Šlesvicka-Holštýnska a proto i české rostliny sem byly položeny, ale popis jest od Migulova poněkud odchylný.

V údolí říčky Bělé u Bezděze (1865, Hipp.)

Zvláště pěknou formu, jejíž originál nachází se v herbáři musea král. Českého, pojmenovanou M. Opizem jako samostatný druh *Ch. brachyclados,* sbíral na Cibulce v Košířích u Prahy (1855) Schöbl. Jsou to rostliny neinkrustované, krásně zelené, 10—15 *cm* vys., s listy asi 6 *mm* dlouhými, s články lodyžními jen 1 *cm* dl. Leonhardi tuto formu označil jako *f. munda* (brachyteles brachyphylla).

C. *Elongatae.*

Přesleny velmi oddálené, s dlouhými listy a lístky.

24. *f. elongata* (A. Braun, Char. Afr. p. 839.).

Tato forma náleží k nejdelším formám s poměrně krátkými listy do příbuzenstva *f longibracteata.* Lodyhy dosahují přes 60 *cm* délky, i články lodyžní poměrně dlouhé (1—4—6—7—9 *cm*). Postranní větve vystupují nepatrně z přeslenů. Okornatění normálních s malými ostny v rýhách na širokých hlavních žebrech. Palistový věnec malý, málo zřetelný. V přeslenu 6—8 listů, složených ze 3—4 okornatěných článků plodonosných a z kratšího než tyto neokornatěného článku 3-buněčného. Listy hořeních a doleních přeslenů jen až *1 cm* dl., častěji o málo kratší, v prostředních zřídka jsou přes 1 *cm* dl. Lístky 2—3krát přesahují cystokarp. Cystokarpy podlouhle vejčité, 0,62—0,64 *mm* dl., 0,37—0,45 *mm* šir., s nízkou korunkou. Jádro hnědočervené.

V loužích v lomech na Kamajce u Čáslavě (1909, Lad. Novák), v loužích v oboře u Bělé u Bezděze (1864, Hipp.), v potoce v údolí Karlickém u Dobřichovic (1913, Kav., Dan.). Rostliny české liší se od formy Migulou popsané, proto popis jejich podán dle těchto. S okornatěním podobným *f. rudis* v pramenu u Vrbělé u Bělé u Bezd. (1864, Hipp.).

II. Řada forem: **subhispidae** Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 566. (Chara subhispida Al. Braun v Krypt. Fl. v. Schles. [1876] p. 407.)

Ostny bradavčité, již pouhým okem viditelné, stejně dlouhé, jak jest tlustá lodyha, buď trochu kratší buď delší, delší však než rovněž silně vyvinuté buňky palistového věnce. Vedlejší žebra okornatění obyčejně silně přečnívají, jádro hnědé.

A. *Condensatae.*

Přesleny sblížené, husté, změtené.

25. *f. uliginosa n. f.*

Silná, nízká a stlačená forma, hojně inkrustovaná, šedozelená, dole pak červeně hnědá, zevně podobná *f. pratensis*, ale silnější než tato. Lodyhy jen 3—4 *cm* vys. asi 1 *mm* tlusté, málo rozvětvené, s přesleny značně staženými. Články lodyžní

jen 2—10 *mm* dl. I při silné inkrustaci poměry okornatění zřetelné, ostny dlouhé skoro jako tlouštka lodyhy, na doleních článcích jako podlouhlé bradavky hojně vyvinuté. Palistový věnec rovněž silně vyvinutý. Listy 5 *mm* dl. i málo delší, poměrně dosti silné, nejčastěji složené ze 3 okornatěných plodonosných článků a z konce neokornatěného 3buněčného kratšího než okornatěná část listu. Listy doleních přeslenů skoro dosahují listů nad nimi se nacházejícího přeslenu. Lístky vícekrát delší než cystokarpy. Jádro šedočerné.

V bažinách u Mokrého blíže Opočna (Rohlena).

*B. Laxiores.*

Přesleny oddálené buď přímo odstávají buď obloukovitě vzad prohnuté, buď konvergující.

26. *f. rudis* Mig. v Rabenh.Krypt. Fl. (1897) p. 602.

(Syn.: *Ch. foetida, c. rudis, f. subhispida, paniculata* Leonh. in Lit.)

Velmi drsná, dosti silně inkrustovaná, prostřední velikosti, křovitá forma s poměrně dlouhými tuhými listy. Lodyha dosahuje až 20 *cm* výšky, často jen 10—15 *cm*, až 1 *mm* tlouštky, obyčejně jen 0,8 *mm;* délka lodyžních článků 1—$2^1/_2$ *cm*, délka listů $1^1/_2$—2 cm. Rozvětvení hojné zvláště ve starších a středních částech lodyhy. Okornatění jest dosti výstřední, podobně jako u Ch. rudis, vedlejší žebra překlenují hlavní velmi značně, takže jen úzkou skulinou zůstávají viditelná. Při usušení vedlejší žebra zakrývají skoro úplně hlavní. Ostny jsou dlouhé, ale méně četné a v rýhách tak skryté, že s námahou pod mikroskopem jsou patrné. Jen nahodile trčí osten volně ven. Mimo to přicházejí také krátké, elipsovité ostny, jež na jednotlivých lodyhách skoro výlučně jsou vyvinuty. Palistový věnec jest silně vyvinut, jeho palisty jsou však kratší než delší ostny. Listy jsou velmi nestejně vyvinuty, vyznačujíce se svou tuhostí a odstávají pravidelně od lodyh. Mají 3—4 okornatěné, plodonosné články a často 3buněčný, neokornatěný konečný článek, jenž jest kratší než okornatěná část listu. Mimo to bývají také v celém přeslenu listy jen se 2 okornatěnými články. Lístky jsou v zadní části rudimenterní, v předu a na stranách dvakrát delší než cystokarp, postranní delší však než přední. Zralé jádro jest světle hnědé,

0,5 mm dl., 0,32 mm šir. Rostliny bývají zhusta silně inkrustované.

Za vltavskou hrází před Chuchlí u Prahy (Leonh.), u Prahy bez bližšího udání (v musej. herb., 1855, Schöbl). Sem dlužno i zařaditi drobnější formu od Hradce Králové (Hansgirg), v potoce u Kostomlat mezi Nymburkem a Lysou n. L. (1881, Velen.). Zvláštní formy *rudis* sbíral Hippelli v okolí Bělé u Bezděze (1864—5) na př. f. až 50 *cm* dl. s lodyžními články až 10 *cm* dl., s listyaž 3 *cm*, bez znatelných pouhým okem ostnů: v pramenu blíže rybníka u Vrbělé, f. směstnanější v oboře a v odvodňovacích lučních příkopech u Páterova u Podolí.

27. *f. micracantha n. f.*

Tato forma jest přechodní meziřadou *subinermes k subhispidae,* ke které spíše náleží. Lodyhy asi 12 *cm* vys., lodyžní články 1—2 *cm* dl., v nejhořejších přeslenech listy právě dosahují k nejbližšímu přeslenu. Rostliny celkem prostředně inkrustované. Okornatění zřetelné a vedlejší žebra značně vyniklá. Palistový věnec dobře vyvinutý. Ostny více v hořeních přeslenech vyvinuté, sotva delší než tlouštka lodyhy, v doleních přeslenech řídké a poměrně kratší. V přeslenu nejčastěji 8 listů, až 1 *cm* dl., složených za 3—4 okornatěných a plodonosných článků a z kratšího než tyto neokornatěného konečného článku 3buněčného. Lístky na spodní straně zakrnělé, v předu málo delší, postranní dvakrát delší než cystokarp.

V rybníce u Nouzova mezi Kopidlnem a Dymokury (1870, Pospíchal?), podobná forma v přechodech zdánlivě k řadě subinermes se klonících i k řadě subhispidae: v loužích na kraji lesa opodál silnice před Viničnou Lhotou u Rožďalovic (1909, Vilh.). Sem dlužno zařaditi také zvláštní nízkou formu 3—4 *cm* vys. z odvodňovacích stružek z luk u Páterova blíže Bělé u Bezd. (1864, Hipp.), silnější f. v příkopě u vsi Butovce u Jičína (1913, Baud.).

28. *f. macropyrena n. f.*

Zvláštní forma, mírně inkrustovaná, svým zjevem připomínající formu Ch. hispida. Lodyhy asi 20 *cm* vys., 0,8 *mm* tlusté, málo rozvětvené, se středními články lodyžními až 4 *cm* dl. Okornatění pravidelné, výrazné ostny jednotlivé zřetelné.

na nejmladších článcích skoro stejně dlouhé jako tlouštka lodyhy, v doleních částech kratší, bradavkovité. Palistový věnec silně vyvinutý. Listy průměrně 1 *cm* dl., složené ze 3—4 článků okornatěných a plodonosných a z konečného článku 3buněčného, kratšího než okornatěná část listu. Lístky dvakrát až 3krát delší než cystokarp, postranní delší, přední o málo kratší. Jádro světle hnědé, podlouhlé, 0,58 *mm* dl., 0,39 *mm* šir. se 14-ti zřetelnými lištnami.

V rybníce ve Velké Vsi u Neratovic (Jirsák).

*29. f. rarispina n. f.*

Silná forma střední velikosti, s lodyžními články 4 i více *cm* dl., inkrustovaná a lámavá, podobně jako Ch. fragilis. Okornatění zřetelné, často silně skroucené, na němž zvláště vystupují vedlejší žebra nad hlavní, z nichž jako z rýh vyrůstají ostny rozmanité délky, delší však než průměr lodyhy, někde i kratší a zejména na doleních částech pak dosti roztroušené. Palistový věnec silně vyvinut, buňky jeho však často kratší než ostny. Listy až $1^1/_2$ *cm* dl., se 3—4 okornatěnými a plodonosnými články a se 2—3buněčným, neokornatěným konečným článkem, nepatrně kratším než ostatní část listu. Lístky na spodní straně listu zakrnělé, přední a postranní mnohokrát (7—8 *mm*) delší než cystokarp.

V rybníčku v háji u Brněk blíže Prahy (1879, Děd.).

*30. f. brevispina n. f.*

Forma prostřední velikosti, 15—20 *cm* vys., s lodyžními články 2—3 *cm* dl., s listy $1^1/_2$ *cm* dl., málo jen rozvětvená. Okornatění zvláště zřetelné, vedlejší žebra vyniklá nad hlavními. Ostny různého druhu, ponejvíce krátké a tlusté na doleních článcích lodyžních, některé však i tu delší než průměr lodyhy. Palistový věnec dobře vyvinutý, buňky jeho kratší než ostny. V přeslenech obyčejně 10 listů, mírně odstálých od lodyhy, složených ze 3—4 okornatěných a plodonosných článků a z konečného článku kratšího, neokornatěného, 2—3buněčného. Lístky na spodní straně listu malé, nepatrné, jen lupou viditelné, přední a postranní mnohokrát delší (až 8 *mm* dl.) než cystokarp, následkem toho zdají se přesleny dosti husté.

V tůních u Všetat-Přívor (1881, Velen.). Táž forma s ostny i volně vybíhajícími, zvláště na mladších lodyžních

článcích, buňkami obalu na způsob ostnů, dole červenavá, s velkým palistovým věncem v rybníce Ostruženském u Jičína (1911, Baudyš).

*31. f. microteles* Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 599.

K této formě možno počítati české rostliny, ač nepatrně od diagnosy Migulovy se liší. Jest to forma pravému habitu *Ch. foetida* odpovídající, 20 *cm* vys. (české rostliny jsou i vyšší), 0,8 *mm* tlustá, s dlouhými, volnými přesleny listů a asi dvakrát (i vícekrát) než tyto delšími články lodyžními. Rozvětvování normální, často četné lodyhy tvoří uzavřený trs. Okornatění jest dobře znatelné, vedlejší žebra při seschnutí zdají se velmi silná. Ostny jsou někde nestejné a vyskytují se nepravidelně; vedle velmi dlouhých tloušťku lodyhy vícekrát v délce převyšujících, vyskytují se také kratší, všechny však přiléhají k lodyze, takže jen na mladších článcích jsou lupou zřetelné. Buňky palistového věnce jsou silně vyvinuté, ale kratší než nejdelší ostny lodyžní. Listy jsou 1½ *cm* dl., na starších článcích ještě delší, pravidelně se 4 (i 3) často plodonosnými články a s krátkým, neokornatěným, 3buněčným konečným článkem, jehož poslední buňka jest často dosti krátká a široká (u českých rostlin nebývá!). Lístky jsou na spodní straně listu zakrnělé, v předu a na stranách mnohokrát delší než cystokarp. Antheridie 0,26—0,29 *mm* v průměru. Cystokarpy podlouhle vejčité 0,65 *mm* dl. Zralá jádra světle hnědá 0,48 *mm* dl., 0,32 *mm* šir.

V loužích v lomech u Vrabcovského rybníka u Třebešic mezi Horou Kutnou a Čáslaví (1909, Lad. Novák).

### III. Řada forem: **paragymnophyllae** Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 603.

Listy pravidelně s méně než 2 okornatěnými články listu, částečně s neokornatěnými, ale sterilními listy v jinak plodonosných přeslenech nebo jinak jen s prvním článkem okornatěným. Jádro hnědé.

*32. f. gymnoteles n. f.*

Nízká, jemně inkrustovaná forma dosahující jen 4—8 *cm* výšky, s lodyhami průměrně 0,5 *mm* tlustými, málo rozvět-

vená. Okornatění dobře viditelné pod lupou, bradavčité ostny malé v rýhách. Palistový věnec zřetelný. Listy na některých přeslenech úplně neokornatěné, bez lístkových uzlin, tvoří řady z 5—6ti buněk. V jiných přeslenech listy s jedním okornatěným článkem a ostatními neokornatěnými nebo 2—3 okornatěnými a plodonosnými články s mnohokráte delším lístky než cystokarpy a zakončené dlouhým, neokornatěným 3buněčným článkem. Hoření články lodyžní nepatrně dlouhé takže listy doleního přeslenu dosahují listů přeslenů výše postavených. Dolení články lodyžní 10—15 *mm* dl.

V drenážní stoce na poli pod lesem u Jabkenic směrem k Pěčicům (1911, Vilh.) a u Řepova (1898, Vilh.) u Ml. Boleslavě. V hustějších a nižších trsech v příkopě odvodňovacím za dvorem Oktavianem k rybníku Třešickému, pak u Kosic v rybníce Proudnickém blíže Chlumce n. Cidl. (1901, Vilh.), u Netřeb blíže Neratovic (Jirsák), s bradavkovitými ostny dobře viditelnými na okornatění a poněkud vyšší rostliny (až 15 *cm*) v příkopě u cukrovaru v Oužicích blíže Kralup n. Vlt. (1901, Vilh.), f. s okornatěním nezřetelným, takže by mohla i ke *Ch. contraria* náležeti, v tůňkách na rašelinách severočeských »Faule Wiesen« u Podhráze blíže Dokes (1880, Siten.), v odvodňovacích příkopech na rašelinných lukách u Páterova a Rečkova mezi Bakovem a Bělou u Bezd. (1897, Vilh.).

*33. f. conglobata n. f.*

Forma prostřední velikosti, jen asi 15—20 *cm* vys., slabě inkrustovaná, málo rozvětvená. Lodyhy 0,35—0,55 *mm* tlusté, lodyžní články 0,5—3 *cm* dl. Okornatění méně zřetelné, bradavkovité ostny v rýhách; palistový věnec zřetelný. Hoření přesleny směstnanější tvoří volnější hlávky. Listy 1—2 *cm* dl., na některých rostlinách úplně bez okornatění, na jiných 1—2 první články okornatěné, zřídka 3 často plodonosné. Neokornatěný článek listu vždy delší než okornatěné články. Lístky mnohokrát delší než cystokarp. V nejhořejší části rostlina zelená, ostatně červenohnědá.

V lučním příkopě u Putímě blíže Písku (1873, Děd.).

*34. f. subgymnophyla* MIG. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 603.

Tato forma vyznačuje se všemi možnými nepravidelnostmi v okornatění listů. Rostliny jsou štíhlejší a protáhlejší, se skrovným rozvětvením, ale obyčejně husté trsy tvořící. Lodyžní okornatění pravidelně normální, dosti zřetelné, bradavkovité ostny velmi malé, jen nahodile vyskytuje se větší osten. Listy jsou mnohdy zcela neokornatěné a složeny jsou z 5—6tibuněčného vlákna, na kterém není vytvořena ani jedna uzlina lístková. Mimo to vyskytují se listy s 1—3 okornatěnými a často také plodonosnými články a s dlouhým, 2- až 4buněčným, neokornatěným konečným článkem. Listy jednoho přeslenu nebývají stejně vytvořeny (na rozdíl od popisu MIGULOVA!), i nad sebou stojících přeslenů bývají zcela různé. I lístky jsou nestejně vyvinuty, obyčejně přední a postranní skoro stejně dlouhé, mnohokrát delší než cystokarp. Jádro kaštanově hnědé, 0,48 *mm* dl., 0,32 *mm* šir.

V rybníce u Lhoty Hlásné u Jičína (1911, BAUDYŠ), v lučních příkopech u Rečkova mezi Bakovem a Bělou u Bezd. (1899, VILH.), podobná f. tvořící husté trsy skoro s hlavičkovitě zakončenými lodyhami ve strouze nad rybníkem Mrštínem mezi Pěčicemi a Kosořicemi u Ml. Boleslavě (1911, VILH.), v hustých keříčkovitých trsech asi 12 *cm* vys. zvl. f. s konečným článkem listu trochu silnějším v příkopech u dráhy blíže Lysé n. Lab. (1876, DĚD.), v příkopech lučních u Velenky blíže Čelakovic (1902, DOMIN), s ostny zcela nezřetelnými (takže by mohla také považována býti za *Ch. contraria*) v Křižovnickém rybníce mezi Čakovicemi a Ďáblicemi u Prahy (1873, DĚD.), druhdy v tůních na císařské louce u Smíchova (1845, OPIZ), v nádržce u cihelny za Cibulkou za Košířemi u Prahy (1879, VELEN.), podobná f. neplodná v nádržce lososárny v Kostelci n. Orl. (1886, P. HÄUSLER), v lučních tůních u Putímě blíže Písku (1873, DĚD.).

*35. f. laxior n. f.*

Forma prostřední velikosti, 20—30 *cm* vys., s lodyhou průměrně až 1 *mm* tlustou, s články lodyžními 2—3 *cm* dl., s listy 1—2 *cm* dl. Okornatění normální, bradavkovité ostny

řídké a málo patrné. Palistový věnec zřetelný. Listy nejča stěji složené z 1—3 plodonosných článků, steril. také někter okornatěné nebo někdy i všechny neokornatěné. Konečn článek neokornatěný, delší než předešlé, nejčastěji 3buněčn a trochu tlustší. Lístky mnohokrát delší než cystokarp, dost silné. Tato forma kromě poměrů okornatění listů příbuzná f. *longibracteata*, jinak i jeví zcela přechodní charakter k *Ch. gymnophylla.*

V údolí říčky Bělé u Bězděze (1864, Hipp.).

IV. Řada forem: **melanopyrena** Mig. v Rabenh. Krypt Fl. (1897) p. 608.

Jádro tmavě červeno-hnědě průsvitné nebo úplně černé

*36. f. microsperma n. f.*

Zvláštní forma svým celkovým habitem, značně se li šící od druhých forem *Ch. foetida.* Lodyhy 30—50 *cm* vys. dosti hojně rozvětvené, až 0,8 *mm* tlusté, s různě dlouhým články lodyžními, z nichž hoření krátké, 3—10 *mm* dl., pro střední a dolení 2—7 *cm* dl. Vedlejší žebra silně vyniklá nad hlavní, jež mají hojné a delší ostny na hoředních článcích, ale tyto nedosahují průměru lodyhy, na středních a doleních článcích lupou viditelné a zřetelné jako podlouhlé bradavky Palistový věnec dosti veliký a pouhým okem patrný. V přeslenu 8—10 listů, často až 2 *cm* dl. (v nejhořejších přeslenech poměrně kratších), rozmanitě vytvořených. Okornatěných článků bývá 4 nebo 5 v jednotlivých přeslenech a také plodonosných, konečný článek 2—3buněčný, neokornatěný, namnoze kratší než okornatěná část listu, na jiných přeslenech 2—3 okornatěné a plodonosné články a mnohem delší než tyto neokornatěný článek. Lístky rozličně dlouhé, ale vždy vícekrát delší než cystokarp. Nejčastěji bývají lístky delší než článek listový a postranní o málo delší než prostřední. Na spodu listu jsou lístky malé, nepatrně vyvinuté nebo jevící se jako nezřetelné bradavky. Cystokarpy podlouhle vejčité, 0,56 *mm* dl., 0,39 *mm* šir., s korunkou nízkou, 0,16 *mm* šir., 0,07 *mm* vys. a jádrem úplně černým, v intensivním světle prostupujícím tmavošedě černým. Rostliny prostředně inkrustované.

Ve vodním příkopě na slaných loukách zvaných Srpina u Bečova mezi Mostem a Louny (1902, VIILH.).

** Ostny na okornatění ve svazečkách po 2—3, zřídka jeden.

† Žebra vedlejší přesahují a zakrývají hlavní.

19. **Ch. rudis** A. BRAUN ve Wahlstedt Bidrag (1862) p. 28.

LEONHARDI, Öster. Arml. (1864) p. 66; A. BRAUN, Char. v. Schles. (1876) p. 408; BRAUN-NORDSTEDT, Fragmente (1882) p. 173; SYDOW, Europ. Char. (1882) p. 83; MIGULA, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 619; Synopsis Char. europ. (1898) p. 133.

Tento druh jest uprostřed mezi *Ch. foetida* a *hispida*, s kterýmžto posledním jest blízce příbuzný a býval jako subspecies tohoto uváděn (AL. BRAUN). V okornatění lodyhy jsou hlavní žebra hlouběji položena než vedlejší a jsou těmito skoro zcela zakryta. Ostny jednotlivé i ve svazcích, kratší a mnohem tlustší než u *Ch. hispida*. Palistový věnec silný, 2řadý. V přeslenu po 8 listech, štíhlejších a delších než u *Ch. hispida*. Lístky jako u *Ch. hispida*; jen cystokarpy často o něco menší, 1—1,1 *mm* dl. Jádro tmavě černohnědé, 0,6 až 0,7 *mm* dl., se 12 úzkými lištnami.

LEONHARDI uvádí (1864) *Ch. rudis* z Čech a při tom praví toto: »V českém museu nachází se z OPIZOVA herbáře pocházející a v »českých characeích« bez bližšího označení jako *Ch. hispida* uvedený úlomek, který zemřelým professorem SCHMIDTEM, jak udává z HEUFLERŮ, pravděpodobně v hraničním pohoří u Saska (Rudohoří) sbírán byl, ukazuje při bedlivějším prohlédnutí sem náležeti. Jest žádoucno, by tato rostlina znova nalezena a tak dosud jediné stanovisko české s jistotou mohlo býti stanoveno.«

†† Žebra oboje stejnoměrně vyvinuta.

*a*) Konečný neokornatělý článek kratší než poslední okornatěný článek listový.

20. **Ch. hispida** Linné, Flor. Suec. (1745) p. 428.

Leonhardi, böhm. Char. (1863) p. 16; Öster. Arml (1864) p. 67; A. Braun, Kryptfl. v. Schles. (1876) p. 407 Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 171; Sydow, Europ Char. (1882) p. 80; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897 p. 624; Synopsis Char. europ. (1898) p. 137; Art. Müller Beitr. z. Ken. v. Ch. hispida (1907) p. 1—36.

Naše největší a nejstatnější parožnatka, ode všech ostat ních druhů na první pohled se lišící tlustou lodyhou. Rost ve volných trsech na dně tůní polabských a jest vždy hojn inkrustována vápnem. Lodyhy celkem bývají málo rozvětve né, 20—50 *cm* vys., zelenavé, bělavě nebo žlutavě šedé. Okor natění lodyžní mohutné a často zkroucené, na němž zbrázděn jest pouhým okem viditelné. Hlavních a vedlejších žebe jest dvakrát tolik, co listů v přeslenu. Vedlejší žebra jso poněkud výše a ostny na hlavních žebrech zdají se jako vy stupující z rýh, což nejlépe může se pozorovati na mladých článcích, jež nejsou inkrustované. Při bujném vzrůstu velic často okornatění lodyžní uprostřed článku se zkroutí a vzedme a od buňky článkové se oddálí stranou. Ostny nejčastěji p 3 z uzlin na hlavních žebrech, zřídka více nebo méně, úzké špičaté, jehlicovité. V přeslenu 9—11 listů, obyčejně 10, tu hých, poněkud na koncích vzhůru zahnutých k lodyze, se 7—9 články, z nichž 4—7, obyčejně 5—6 okornatěných. Konečný článek neokornatěný, 2—3buněčný, jest zkrácený a nebývá delší než poslední okornatěný. Ve všech listových uzlinách jsou lístky 2—3 *mm* dl., 0,3—0,5 *mm* šir., u sterilních uzlin listových dokola, na vnější straně listu vždy slaběji vyvinuté v plodonosných uzlinách obyčejně jen na vnitřní straně kdežto na vnější straně listu bývají zkrácené nebo docela potlačené jako bradavky nebo neviditelné. Palistový věnec dvouřadý, silně vyvinutý a pouhým již okem zřetelný. Jedno domá rostlina má na prvních 3—5 uzlinách listových na vnitřní straně listu jedno antheridium pod jediným cysto karpem. Antheridie prostředně veliké, pěkně červené, 0,4 až 0,5 *mm* v průměru. Cystokarpy velké, podlouhle vejčité, 1,1 až 1,2 *mm* dl., 0,6—0,75 *mm* šir., se 13—15 závity obalných bu něk. Korunka cystokarpu poměrně velká, na konci poněkud

rozšířená. Jádro tmavě hnědé nebo černé, s 13—14 tupými lištnami, 0,7—0,8 *mm* dl., s vápenným pláštěm.

*Ch. hispida* jest vytrvalá rostlina. Přezimuje v hlubších tůních, zvláště dolení části bývají bahnem a jinými zbytky rostlinnými pokryty, pokračující v příští vegetační periodě ve svém dalším vzrůstu. V mělkých tůních po prvních mrazech na podzim odumírají částečně jen hořejší články lodyžní, kdežto dolení bohatě naplněné zásobními látkami zůstávají a na jaře akcessorickými výhonky znova obnovují rostlinu. Podobně také v parných dnech a suchých letech vysychají nejen částečně, ale i úplně mělké tůňky polabské a tu tyto parožnatky úplně uschnou a tvoří bílé keříčky snadno lámavé, jež pokrývají vyschlé dno tůní. Po vydatnějších deštích znova parožnatky ponořeny jsouce ve vodě k novému životu oživnou a vyhánějí nové větve zelené z lodyžních uzlin, takže při sbírání podzimním často nalezneme zřetelně odlišené části druhé vegetační periody v témže roce. V půdě skryté části rostliny jsou poměrně tenké článkové buňky, mezi nimiž nacházejí se i uzliny, jejichž bílé buňky zvláště na podzim a v zimě jsou zduřené a hojně vyplněny škrobovými zrny. Z těchto zvětšených uzlin často vyrůstají kořínkům podobné útvary. Z nadzemních pak uzlin, naplněných rovněž zásobními látkami, jakož i z podzemních bambulek na kořínkových vláknech vyrůstají z jara nové výhonky, jimiž se obnovuje rostlina v nové vegetační periodě.

Okornatění, jež jest důležitým systematickým znakem pro tento druh, složeno jest z hlavních a vedlejších žeber, z nichž hlavní žebra jsou poněkud níže a lze tento znak pozorovati jen na mladých článcích lodyžních, kdežto na starších jsou oboje žebra skoro stejně vyvinuta. Hlavní žebra v mladých stadiích jsou kratší a užší než vedlejší, v starších článcích jsou oboje stejnoměrně vyvinuta. Braun i Migula (l. c. p. 625) tohoto znaku používá pro rozlišení druhu jako stálého znaku. A. Müller (l. c. p. 11) to však popírá a tvrdí, že nespolehlivým znakem jsou poměry na okornatění a že na témže lodyžním článku hlavní a vedlejší žebra průměrně jsou stejná a že někde bývají hlavní žebra silněji vyvinuta. Charakteristickou zvláštností *Ch. hispida* jest prý jen silnější vzrůst okornatění proti článkové buňce, jež se proto

zkrucuje a od ní oddaluje. Dle mého náhledu jest poměry okornatění velice těžko stanoviti a jest nutno bedlivě prohlédnouti lodyhy aspoň lupou, ne-li pod mikroskopem při slabším zvětšení, úplně vyvinuté rostliny, a tu snadno pak nalezneme poměry na okornatění udané MIGULOU. To shledal jsem na rostlinách českých a proto také jsem se přidržel tohoto znaku.

A. BRAUN roztřídil formy *Ch. hispida* dle tvaru a velikosti ostnů vzhledem k tlouštce lodyhy, jehož příkladu následoval i MIGULA, ač neuznává tento znak za příhodný, ale jen z nouze, poněvadž nezná jiného lepšího znaku, přiklonil se k rozdělení forem dle BRAUNOVY methody. LEONHARDI také přidržel se rozdělení forem dle BRAUNA, ač podotýká, že viděl často jen slabší formy u tohoto druhu. Jest jisto, že nejen na témže stanovisku rostou formy s delšími i kratšími ostny než průměr lodyhy, ale také na témže individuu nalezneme v hořejších článcích lodyhy delší a hustější ostny, obalující téměř úplně lodyhu, kdežto v doleních jsou jen roztroušené, často na způsob bradavek vyvinuté ostny nebo dokonce vůbec žádné, takže okornatění jest úplně bez ostnů. Z toho dá se souditi, že tutéž rostlinu, kdyby byla rozlomena v polovici, zařadili bychom dle klíče BRAUNOVA a sice hoření část mezi *f. macracantha* (s delšími ostny) a dolení mezi *f. micracantha* (s kratšími ostny než průměr lodyhy), což není možné. Ostatní formy jsou jen vzrůstové a pocházejí obyčejně jen z určitého stanoviska. Tak podobně nalezneme na téže rostlině dvě různé t. zv. formy vzrůstové, rostla-li ve dvou vegetačních periodách, a byly-li podmínky vnější v různém ročním období změněné. Proto nelze uznávati roztřídění forem dle délky ostnů u tohoto druhu.

V Čechách rostoucí *Ch. hispida* neposkytuje zvlášť odchylné formy, protože celkem stanoviska její zde jsou velice podobná. Jsou to tůňky a příkopy luční, nehluboké, ve středním Polabí. I v rašelinné vodě kyselek polabských se jí daří dobře. Obyčejně roste ve společnosti *Ch. aspera, fragilis, foetida* a j. Jen zvláštní variety, dosti samostatné, vyskytují se v Čechách, jež jsou zvlášť uvedeny. Jinak zeměpisné rozšíření tohoto druhu sahá po celé Evropě, Asii a Africe.

V příkopě dráhy u Netřeb blíže Oužic u Kralup n. Vlt. (JIRSÁK), v tůni mezi křižovatkou dráhy v nádraží v Nerato-

vicích (1901, VILH.), v tůních za borem u Neratovic (1912, PETRBOK), v tůních kolem dráhy sev.-záp. od Všetat směrem k Dřízům (1882, ČELAK.), v příkopech podle sev.- záp. dráhy u Všetat (1896, PODP.), v tůni u křižovatky sev. a sev.-záp. dráhy u Všetat-Přívor (1901, VILH.), v příkopě pod náspem železničním sev. dráhy v lukách mezi Všetaty a Byšicemi v obrovském množství (1881, VELEN.; DĚD.; 1901, VILH.), u Lysé n. L. (1886, VELEN.), na louce na Hrabanově za Lysou n. L. v rašelinné vodě ve vykopané jámě (1899, VILH.), v tůních na bažinných lukách mezi Benátskou Vruticí a Milovicemi (1888, FAUSTUS), v močálech v jílu křídovém ve velkém množství u cesty ze Sadské k Nymburku (1883, VELEN.), u Nymburka (1880, POLÁK), v kalužích podle silnice ze vsi Pátku u Blata blíže Poděbrad (1867, ČELAK.; 1880, VELEN.), kde druhdy rostla ve velkém množství a sbírána tu i v příkopě na louce r. 1830 OPIZEM a r. 1862 A. REUSSEM fil. V pozdějších letech na posledním stanovisku odvodněním celé krajiny snad vymizela, neboť v r. 1901 jsem ji tu marně hledal. Ze starších nalezišť: v roudnické oboře nedaleko náspu železničního (1860, A. REUSS fil.) a v bažantnici Jezero u Roudnice*) (1860 a 1861, REUSS fil.), u Kummer? (dle OPIZE) a u Kel u Neratovic (HÄNKE), v rybníce Rozkoš u Bohdanče blíže Pardubic (OPIZ).

K *f. macrantha A. Br.* mohly by řaditi se rostliny z Roudnice, Netřeb, Neratovic, Všetat, Byšic, Lysé n. L., Sadské a Poděbrad; k *f. micracantha A. Br.* pak od Nymburka, Lysé, Milovic, Všetat a Byšic.

**1. var. equisetina** (Ch. equisetina KÜTZING, Tab. phyc. VII. t. 68. f. I., jako druh).

Syn.: *Ch. hispida β. micracantha robustior (*crassicaulis) A. BRAUN; *Ch. hisp. f. equisetina* MIGULA, Char. v Rabenh. Krypt. Fl. p. 637.

---

*) *Ch. hispida f. micracantha* byla z tohoto stanoviska určena OPIZEM jako *Ch. foetida subhispida*, jak poznamenal sv. p. LEONHARDI v herbáři musea král. čes. a vytkl toto chybné určení OPIZOVO. Listy mají však poněkud delší konečný článek neokornatěný, 2—3buněčný, než normální *Ch. hispida*, proto také asi OPIZ tyto rostliny považoval za *Ch. foetida*.

Vyobr.: Kützing, Tab. phycol., Bd. VII. 68, 1.; Migula, Char. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 638, Fig. 132.

Velice statná parožnatka podobná zjevem silně vyvinuté *Ch. hispida*, zelenavě černavá, nepatrně inkrustovaná, asi 30 *cm* vys., málo rozvětvená, s větevními lodyhami kratšími než hlavní lodyha. Lodyha 2—2½ *mm* tlustá, články lodyžní 3—4—5 *cm* dl. V přeslenech 10 listů, $2^1/_2$—$3^1/_2$ *cm* dl. Listy v nejhořejších přeslenech stejně dlouhé jako článek lodyžní, ve středních a doleních sahají asi do polovice článku lodyžního. Okornatění na lodyze dosti pravidelně vyvinuté, dvouřadé, hlavní žebra zřetelně níže, vedlejší výše pak položeny. Hlavní žebra dvakráte širší než jsou vedlejší žebra. Palistový věnec velký, palisty jehlicovité, podobné ostnům lodyžním, asi 2 *mm* dl. Ostny na nejhořejších článcích hustější zakrývají úplně lodyhu, ve středních a doleních roztroušené, 2—3 ve svazečku, tmavohnědé, jehlicovité, asi jako průměr lodyhy dlouhé nebo málo jen delší. List je složen ze 3—5 článků s lístkovými uzlinami, z nichž první 1—3 plodonosné a konečný článek ze 2—3 buněk. Obyčejně 3—4 první články okornatěné a následující článek pak neokornatěný ještě s lístkovou uzlinou. List změřený na 35 *mm*, z čehož připadá na první 3 okornatěné články 21 *mm* (4—7—10 *mm*), na neokornatěnou část listu 14 *mm* (7—6—1 *mm*). Průměrně asi $^2/_3$ listu okornatěné (3—4 články) a $^1/_3$ neokornatěná (3—4 čl.). Poslední buňka listu úzká, tenká a špičatá jako mucro vyvinuta. Lístky kolem dokola uzliny vyvinuté, na vnitřní straně dvakrát delší než cystokarp, někde ještě delší, na vnější straně kratší. Jednodomé rostliny. Antheridie velké, 0,4—0,5 *mm* v průměru. Cystokarpy podlouhle kulaté, velké, 0,9—1,1 *mm* dl., 0,6—0,8 *mm* šir., na českých rostlinách sbírány dosud úplně neuzrálé.

Parožnatka tato sbírána byla vedle normální *Ch. hispida* p. Jirsákem v příkopě dráhy u Netřeb blíže Neratovic. Několikrát jsem v posledních letech tu pátral marně, neboť v posledním desítiletí jsou všechny příkopy v této krajině úplně vyschlé následkem provedeného melioračního odvodnění.

Od většiny systematiků nebyla *Ch. equisetina* uznána samostatným druhem a uvádí se jen jako *forma Ch. hispida.*



Obr. 39. *Chara hispida* L. *v. equisetina.* Netřeby.

Tak A. Braun, Leonhardi, Migula zařazují ji k řadě forem *micracanthae* (ostny kratší než tloušťka lodyhy) jako zvláštní formu. Leonhardi (l. c. p. 69) oceňuje ji jako velmi tlustolodyžnou, obrovskou varietu (nebo subspecies?), jež k obyčejné *Ch. hispida micracantha* se má právě tak, jako k *Ch. foetida* její (tehdejší, nyní však samostatný a uznaný všeobecně druh) *var. crassicaulis*. Dle udání Migulova vyskytuje se v Německu v loužích u Schleussingen a v rybníce u Sonderhausen a ve Španělsku (Laquuna del harquesada). Popis Kützingův (Regensb. bot. Zeitung) nebyl úplně správný, neboť, jak udává Migula, považoval ji nesprávně za dvoudomou, s plody neznámými.

Jinak *var. equisetina* shoduje se v podstatných znacích s *Ch. hispida,* přece však od slabších forem zřetelně se odlišuje celkovým habitem, vytvořením lodyžního okornatění, složením listů, na nichž i pozoruhodné jsou neokornatěné články mající uzlinu lístkovou, i délkou neokornatěného konce listu, jenž u *Ch. hispida* nebývá pravidelně delší než poslední okornatěný článek listový. Rovněž českou rostlinu nelze počítati k formám *micracanthae,* poněvadž ostny její jsou aspoň jako tloušťka lodyhy dlouhé, ne-li delší, tudíž i zde jest zřejmě viděti nesprávnost rozlišení forem u *Ch. hispida* dle délky ostnů lodyžních.

## 2. **var. longifolia** (A. Braun).

Nejsilnější a největší česká parožnatka asi přes ½ *m* vys., šedozelená, silně inkrustovaná a lámavá. Lodyha silná, 2—3 *mm* tlustá, mírně rozvětvená, s články lodyžními 5 až 8 *cm* dl., s listy v sterilních přeslenech úplně neokornatěnými, tlustými (1,5 *mm*) a dlouhými (až 9 *cm*), bez zřejmých uzlin lístkových. Okornatění lodyžní výrazné a trochu pokroucené rychlejším vzrůstem, hlavní žebra níže položená, širší než vedlejší vyvýšená. Ostny na nejhořejších a nejmladších článcích, po 1—2, poměrně tlustší než u normální *Ch. hispida* a kratší než tloušťka lodyhy, na středních a dolejních článcích lodyžních jsou ještě kratší a jen jako bradavky zřetelné nebo vůbec neviditelné. Palistový věnec zřetelný jen pod nejhořejšími přesleny a tu palisty podobné velikostí i

tvarem ostnům lodyžním. V přeslenu obyčejně 8 listů, rozličně vytvořených v různých přeslenech. Listy na větevních lodyhách a nejhořejších přeslenů mají okornatěný jen jeden první článek s lístkovou uzlinou, kdežto ostatních 5 neokornatěných podobných listům neokornatěným. Poslední buňka listu úzká a špičatá. Jiné přesleny s 5ti články, z nichž první 4 okornatěné a jen poslední neokornatěný, 1—2buněčný, se čtyřmi lístkovými uzlinami. Lístky dokola vyvinuté jen krátké, na vnější straně poměrně o málo kratší. Jen sterilní; rozmnožovací ústroje nejsou vyvinuty.

Tato zvláštní varieta sbírána byla u Kostomlat před Nymburkem prof. VELENOVSKÝM (1885). MIGULA řadí ji jako *formu longifolia* A. BR. mezi *f. micracanthae*. Popis jeho se částečně liší od našeho, zejména trojím druhem listů sterilních i v jiných jednotlivostech. Poněvadž tato česká parožnatka celkem v hlavních znacích shoduje se s formou BRAUNEM již popsanou, proto ji zvláštním jménem neuvádíme, ale povyšujeme za varietu, oceňujíce odchylný vývoj listů od známých dosud forem *Ch. hispida*.

*β.* Konečný neokornatěný článek delší než okornatěná část listu.

21. **Ch. bohemica** *subsp. n. Charae hispidae.*

Statná parožnatka svým habitem na první pohled připomínající *Ch. hispida*. Mírně inkrustovaná a málo rozvětvená, šedozelená, jednodomá, přes 30 *cm* vys. Lodyha až 2 *mm* tlustá, mající střední články lodyžní 5—7 *cm* dl., listy v prostředních přeslenech až 3.5 *cm* dl. Okornatění lodyhy 2řadé, hlavní žebra níže položená, vedlejší pak výše podobně jako u *Ch. hispida*. Pouhým okem zdají se hlavní a vedlejší žebra asi stejně vysoko položená, teprvé lupou lze rozeznati, že ostny leží v rýhách a tím určiti polohu obou žeber. Ostny lodyžní 1—3, tenké, jehlicovité, o málo delší než tloušťka lodyhy, v hořeních článcích lodyžních (3—4) husté, v doleních roztroušené (kratší). Palistový věnec dvouřadý, v nejhořejších 3—4 přeslenech velký, palisty 1½—2 *mm* dl., podobné ostnům na okornatění lodyžním. V doleních přeslenech palisty kratší, přes to i pouhým okem patrné. V přeslenu bývá 9—11

listů, složených z 1—3 okornatěných článků a z neokornatěného konce 4—5tibuněčného, tlusšího než okornatěné články.



Obr. 40. *Chara bohemica subsp. n. Charae hispidae.* V. Ves.

Poslední buňka listová jest vyvinuta jako mucro. Neokornatěná část listu jest delší než část okornatěná. List prostřední velikosti změřen na 18,5 *mm*, z čehož připadalo na první člá-

nek okornatěný 2 *mm*, na druhý 2 *mm*, na třetí 3 *mm*, na neokornatěné pak: čtvrtý 5 *mm*, pátý 3 *mm*, šestý 2 *mm*, sedmý 1 *mm*, osmý (mucro) 0,5 *mm*. Lístky vyvinuty na vnitřní straně listu, 2—3 *mm* dl., na vnější straně kratší než cystokarp nebo zakrnělé jen jako bradavky. Antheridie 0,5 *mm* v průměru. Cystokarpy velké, podlouhle vejčité, inkrustované, 0,72—0,9 *mm* dl., 0,48—0,65 *mm* šir. se 14ti závity obalných buněk. Jádro nezřetelné vzhledem k dosud úplně neuzrálým cystokarpům. Korunka nízká 0,16 *mm* šir., 0,08 *mm* vys.

*Ch. bohemica* náleží do blízkého příbuzenství *Ch. hispida*, s níž shoduje se částečně okornatěním, částečně velikostí rozmnožovacích ústrojů, liší se však vytvořením ostnů na lodyze a zvláště pak konečným neokornatěným článkem listovým. Migula (l. c. p. 627) udává podobně jako jiní systematikové v diagnose pro *Ch. hispida*: »Konečný článek jest neokornatěný, častěji 2—3buněčný, a skoro vždy kratší než poslední okornatěný článek. Formy s tak dlouhým neokornatěným konečným článkem jako u *Ch. foetida* a *contraria* a příbuzných těchto nikdy jsem nepozoroval u *Ch. hispida*.« I s jinými druhy a přečetnými jich formami dosud známými tento snad slabší druh neb subspecies nedá se srovnati, maje význačně vyvinuté odchylné znaky výrazné pro rozlišení druhu u parožnatek. Ani nedá se tento přirovnávati ku *Ch. foetida* ani *Ch. contraria*, s nimiž společných a základních znaků pro rozlišení druhu nemá vůbec. V systematickém roztřídění náleží *Ch. bohemica* těsně k *Ch. hispida* směrem k *Ch. foetida*.

Tuto parožnatku sbíral p. Jirsák u Velké Vsi blíže Neratovic v polabské nížině.

### *C. Triplostichae* A. Br.

Okornatění lodyhy složeno z hlavních a vedlejších žeber, jichž všech 3krát tolik, co listů v přeslenu.

*a)* Druh dvoudomý.

22. **Ch. aspera** (Dethard) Willdenow v Magazin d. naturf. Freunde III. (1809), p. 298.

Leonhardi, Oester. Arml. (1864), p. 85; A. Braun, Char. v Krypt. Fl. v. Schles. (1876), p. 408; Braun-Nordstedt.

Fragmente (1882), p. 174; Sydow, Europ. Char. (1882), p. 85; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897), p. 655; Synopsis Char. europ. (1898), p. 140.

Útlá a málo rozvětvená parožnatka, jen 10—25 *cm* vys., hojně ostny posázená, zelenavá až šedězelená, více nebo méně vápnem inkrustovaná. Zvláštním znakem pro tento druh jsou bílé, kulaté, jednobuněčné bambulky, naplněné zásobními látkami, na rhizoidech, řídčeji na doleních uzlinách lodyžních. Bývá jich vždy několik blízko sebe (2—4), a mívají asi 1 *mm* v průměru. Když rostlina se v zimě rozpadne, tu poskytují na jaře výhonkům vyrůstajícím z doleních zachovaných uzlin výživné látky. Bambulky vyskytují se jen na konci léta a na podzim, na jaře a záhy v létě jich nenalezneme. Články lodyžní jsou 1—2 *cm* dl. V přeslenu 7—10 listů, s 5—7 články, z nichž všechny jsou okornatěné až na poslední 1—2-buněčný článek. Plodonosné uzliny na listech obyčejně 3, zřídka 4. Lístky kolem celé uzliny vyvinuté, na vnitřní straně obyčejně delší než rozmnožovací ústroje. Okornatění lodyhy jest trojřadé. Vždy mezi dvěma hlavními žebry jsou dvě vedlejší žebra. Všech žeber dohromady bývá přibližně asi třikrát tolik, co listů v přeslenu. Ale tento případ jest vzácný a často bývá žeber menší počet než trojnásobný, ale vždy větší než dvojnásobný, podobně jako u Ch. fragilis. Někdy ztěží při určování dá se dokázati trojřadost okornatění u tohoto druhu a jest potřebí více individuí prohlédnouti. Ostny četné, jednotlivé na hlavních žebrech, jemné a tenké, jehlicovitě špičaté, jednobuněčné, dosti dlouhé a poněkud na konci zahnuté, mimo to velice zřídka ve svazečcích nejvýše pohromadě po 3. Ostnitost lodyhy nebývá však na všech článcích lodyžních často stejná. Palistový věnec silně vyvinutý, dvouřadý, hoření palisty obyčejně delší. Rostliny dvoudomé. Antheridie velké, jednotlivé, světle červené, 0,55—0,75 *mm* v průměru. Cystokarpy poměrně malé, podlouhle vejčité, 0,75—0,9 *mm* dl., 0,4—0,55 *mm* šir. Korunka krátká a široká, úťatá, buňky její špičaté a od sebe oddálené. Jádro jest podlouhle vejčité, 0,5—0,65 *mm* dl., černé, s 11—14ti slabými tupými lištnami.

Jádra uzrávají v létě. Rostliny vytrvalé udržují se na stanovisku a rozmnožují se také podzemními bambulkami.

Rozšíření tohoto druhu jest v Evropě dosti rozsáhlé, ale všude vyskytuje se roztroušeně; mimo Evropu ještě v Africe a v sev. Americe. V Čechách nachází se ve sladkých i slaných vodách, zvláště v mělkých kalužích a tůních, rybnících, v odvodňovacích stružkách na rašelinách hlavně v Polabí a v sev. Čechách.

Rozlišení forem *Ch. aspera* jest dosti obtížné, neboť stálý znak pro jednotlivé formy nelze přesně stanoviti. Tak A. Braun, Leonhardi a Migula stanovili formy hlavně dle velikosti ostnů. Migula (l. c. p. 661) rozlišuje 2 řady forem:

I. Řada: **Formae longispinae.**

Ostny stejně dlouhé nebo delší než tlouštka lodyhy.

II. Řada: **Formae brevispinae.**

Ostny kratší než tlouštka lodyhy.

V Čechách tento druh má celkem málo stanovisek a ještě tyto jsou velice si podobné, proto nemá tak značnou variabilnost jako v krajinách, kde také vyskytuje se ve větších jezerech i v brakických vodách moří.

Celkem mohou se u nás rozlišiti 3 formy:

1. *f. longispina* Mig. v Rabenh. Krypt. Fl. (1897), p. 661.

Rostliny střední velikosti, 10—25 *cm* vys. Ostny velmi četné, 2—4krát delší než tlouštka lodyhy (pouhým okem jako jemné chmýří viditelné), lístky 2krát delší než rozmnožovací ústroje. Palisty málo jen kratší než ostny. Málo jen inkrustovaná.

V jílovitých močálech u cesty od Sadské k Nymburku v čisté vodě v množství (1883, Velen.), u Kostomlat u Nymburka (1880, Polák), v tůni mezi křížovatkou drah na nádraží v Neratovicích a v tůňkách blíže nádraží neratovického (1901, Vilh.), v tůni za cukrovarem u Oužic k Netřebům (1880, Čelak.; 1895, Tocl), v odvodňovacích stružkách na rašelinách severočeských u Podhráze blíže Dokes (1901, Vilh.).

2. *f. brevispina* A. Br.

Tenká a málo rozvětvená, málo inkrustovaná, 10—15 *cm* vys. Ostny krátké, tlusté, tupé i delší jsou nestejnoměrně roztroušené, na některých článcích lodyžních hustější. Člán-



Obr. 41. *Chara aspera* Wild. *f. longispina* Mig. Trs mladých samčích rostlin. Neratovice.

ky lodyžní 1 *cm* dl., listy 0,5 *cm* dl. Palistový věnec pěkně vyvinutý, palisty o málo kratší než u předešlé formy. Lístky delší než rozmnožovací ústroje.

Již Opiz sbíral tuto parožnatku ve formě brevispina v rybníce Rozkoš u Bohdanče. Úlomky její smísené s *Ch. fragilis* a *foetida* označil ve svém herbáři jako »*Ch. aspera Willd. c. tenuifolia?*«. Leonhardi tyto úlomky důkladně prohlédnul v herbáři musejním a přesvědčil se o správnosti určení Opizova (l. c. Oester. Arml. p. 86). Úlomek nachází se v herbáři musea král. čes. Později také sbíral Čelakovský tuto formu ve slané vodě v příkopě u dráhy blíže Oužic a Netřeb (1875). Ve vysýchající kaluži u dráhy u Netřeb blíže Oužic (Jirsák; 1899, Podp.).

3. *f. brevifolia n. f.*

Drobná, inkrustovaná forma, 5—15 *cm* vys., s podzemními dlouhými články, málo ostnitá. Ostny krátké a tlusté. Články lodyžní 4—8 *mm* dl., listy 3—5 *mm* dl., lodyha jen 0,25 *mm* tlustá. Palistový věnec zřetelný. Lístky delší než rozmnožovací ústroje.

V rybníce před pilou v Rečkově u Bělé u Bězděze směrem k Bakovu (1899, Vilh.).

*b)* Druh jednodomý.

*α)* Hlavní žebra i vedlejší stejně silně vyvinuta, úplně bez ostnů nebo bradavek.

23. **Ch. fragilis** Desvaux v Lois bot. Not. (1810), p. 137.

Syn.: *Ch. pulchella* Opiz, Böheim's phan u. krypt. Gew. (1823), p. 134.

Leonhardi, böhm. Char. (1863), p. 17; Oester. Arml. (1864), p. 88; A. Braun, Char. v. Schles. (1876), p. 410; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882), p. 181; Sydow, Europ. Char. (1882), p. 94; Migula, Char. v Rabenh. Kryptfl. (1897), p. 722; Synopsis Char. europ. (1898), p. 158.

Nejhojnější a nejrozšířenější parožnatka vedle *Ch. foetida* v Čechách, ode všech jiných druhů snadno se rozeznává již na první pohled svým zvláštním vzezřením, t. j. štíhlostí lodyhy, délkou článků lodyžních, dlouhými listy

s lístky téměř pouhým okem neviditelnými, bez ostnů na okornatění, jež složeno jest z jemných, stejných žeber, takže se zdá úplně hladké, nezbrázděné. Rostlina normální, 20 až 30 *cm* vys., poměrně tenká, v některých formách nižší a útlá nebo statnější až přes ½ *m* vysoká, ve volných nebo tlustých trsech, nikdy mnoho rozvětvená, pěkně zelená (jako *Nitelly*), tmavě zelená až skoro černá, jemně inkrustovaná vápnem a potom hnědě zelená, někdy černavá, za sucha bělavě hnědá a skoro vždy lámavá. Lodyha tuhá, poměrně tenká a štíhlá s úplně vyvinutým trojřadým okornatěním. Mezi dvěma hlavními žebry vždy dvě vedlejší žebra stejně tlustá, jemná. Bez lupy zdá se okornatění lodyhy úplně hladké, uzlinné buňky hlavních žeber pod mikroskopem téměř neviditelné, bez ostnů. Hlavních a vedlejších žeber asi třikrát tolik, co listů v přeslenu. Ovšem tento počet jest ideální a nejčastěji bývá jen více žeber vyvinuto než dvojnásobný počet listů. V přeslenu 6—9 listů, obyčejně jen 7—8, poměrně dlouhých, tenkých, tuhých s 5—8 dvouřadě okornatěnými články. Poslední článek listový s 1—2 holými, neokornatěnými buňkami. Lístky v uzlinách listu všeobecně u tohoto druhu málo vyvinuté, na vnější straně listu úplně scházejí nebo jen jako málo vyčnívající bradavky patrné. Obyčejně jen asi 4 lístky, dle forem delší nebo kratší než cystokarpy. Ve sterilních přeslenech listy bez lístkových uzlin. Palistový věnec dvouřadý, slabě vyvinutý; palisty malé, jen jako bradavky viditelné. U některých hoření kruh palistový více vyvinutý než dolení. Druh tento jest jednodomý, na prvních 3—4 uzlinách listových na vnitřní straně obyčejně jako antheridium pod jednotlivým cystokarpem. Antheridie malé, světle červené, 0,3 *mm* v průměru. Cystokarpy kulatě nebo podlouhle vejčité, 0,8 až 1,1 *mm* dlouhé, 0,6—0,7 *mm* šir., s 15—16ti silnými závity obalných buněk. Korunka cystokarpu malá, se vzpřímenými nebo řidčeji odstávajícími na špičce buňkami. Jádro podlouhle vejčité, 0,5—0,7 *mm* dl., s 12—14ti ostrými, slabě vyčnívajícími lištnami a krátkými trny na dolením konci.

Jednoletá i vytrvalá rostlina podobně se vegetativně rozmnožující jako *Ch. foetida*. Přes zimu dolení části zejména lodyžní uzliny v bahně vzdorují mrazům a na jaře vyhánějí z těchto větevní výhonky. Jádra uzrávají v létě a na podzim.

V Čechách vyskytuje se roztroušeně po celé zemi v rybnících, v lučních, stružkách, v tůních, v příkopech, často i v rašelinných vodách a náleží k nejobecnějším druhům. Zhusta roste ve společnosti jiných druhů, t. zvl. s *Ch. foetida, hispida, contraria, Braunii, Nitella opaca, syncarpa* a *flexilis*. Pozoruhodným jest, že na některých stanoviskách zůstávají jednotlivé rostliny nebo všechny sterilními. Rozšíření zeměpisné má tento druh ve všech dílech světa a hojně se všude vyskytuje.

*Ch. fragilis* jest velice variabilní a zřídka nalezneme rostliny, jež by se úplně shodovaly ve všech znacích, ač jsou jen velice málo zrůzněné od typické formy. S jinými druhy nedá se zaměniti při určování, neboť má jen k druhu *Ch. delicatula* přechodní formy, s kterýmiž jest blízce příbuzna. Některé formy *Ch. fragilis* zevní podobou mohly by se zaměniti s formami *Ch. aspera*, při bližším ohledání se však snadno rozeznají od tohoto druhu. K roztřídění forem *Ch. fragilis*, nepřihlížíme-li k vzrůstu a celkové velikosti, může se jen použíti délky lístku cystokarp obklopujících, pak rozměru listu, jeho délky a tlouštky, směru listů v přeslenu, množství inkrustace, dále poměrné délky článků lodyžních k listům a velikosti palistů věnce palistového, po případě i délky konečného článku neokornatěného na listu. Poměry na okornatění a zakrsalé ostny jsou u tohoto druhu pro systematiku bezvýznamné. Tak A. Braun, Leonhardi a Migula vybrali za hlavní rozlišení forem délku lístků vzhledem k délce cystokarpu a délku palistového věnce, ostatní znaky považovali za podružnější, a skoro souhlasně roztřiďují formy ve 2 nebo 3 řady, v nichž zase rozlišují se souběžné formy.

Leonhardi*) (Oester. Arml. Gew., 1864, p. 89) roztřídil formy *Ch. fragilis* dle tohoto rozdělení:

*a)* **brevibracteata**, hlavní forma; k této náleží:

*α) minor tenuifolia.*
Syn. Ch. capillacea Thuill.

*β) major longifolia saepe cinerascens.*
Syn. Ch. Hedwigii Bruz. Ag.
Ch. globularis Thuill., má-li zrůdné plody.

*) Podobné rozdělení forem má Al. Braun a Sydow.

*γ) valde incrustata,* tatáž forma ještě silněji inkrustovaná.

Syn. Ch. hirta Meyen.

*δ) streptophylla.*

*ε) brevifolia pachyphylla.*

*b)* **longibracteata.**

Syn. Ch. virgata et trichoides Kütz.
Ch. foliata Hartm.
Ch. pilifera Ag.
Ch. capillacea Wallm.

K té náleží:

*α) var. barbata* Ganterer.

*β) longifolia.*

*γ) brevifolia* buď *clausa* buď *stricta.*

Pozdější Migulovo rozdělení forem *Ch. fragilis* (l. c. p. 729) ve 3 řady není správné, jest zároveň nepřehledné a při tom ještě popisy se velmi málo hodí na české formy. Proto bylo nutno znova roztříditi zvláště k vůli přehlednosti české formy *Ch. fragilis,* mimo sterilní rostliny a starší nálezy, jež nebylo možno prohlédnouti. Přidržel jsem se staršího hlavního rozdělení ve dvě řady dle délky lístků jako hlavního znaku, neuznávaje zvláštní řadu Migulových *forem barbatae,* jež vesměs náležejí do řady *macroptilae.*

**Přehled českých forem Ch. fragilis:**

*a)* Lístky nejsou delší než zralé cystokarpy
*I. Ř. Formae microptilae.*

*b)* Listy delší.

*c)* Lodyha a listy silnější . . . 1. *normalis.*

*c)* » » » tenší . . . . 2. *tenuis.*

*b)* Listy kratší.

*d)* Lodyhy a listy silnější . . . 3. *brevifolia.*

*d)* » » » tenší . . . . 4. *capitellata.*

*a)* Lístky jsou delší než zralé cystokarpy *II. Ř. Formae macroptilae.*

*e)* Listy delší.

*f)* Lodyha a listy silnější.

*g)* Okornatění pravidelné.

*h)* Palistový věnec nezřetelný . . 5. *macrophylla.*

*h)* » » velký . . . 6. *macrostephana.*

*g)* Okornatění vzedmuté kolem lodyhy 7. *pseudacantha.*

*f)* Lodyha a listy tenší.

*i)* Palistový věnec nezřetelný . . 8. *mollis.*

*i)* » » velký . . . 9. *gracilior.*

*e)* Listy kratší.

*k)* Lodyha a listy silnější . . . 10. *brachyphylla.*

*k)* » » » tenší . . . . 11. *pusilla.*

## I. Řada: **Formae microptilae.**

Lístky buď nedosahují vůbec délky cystokarpu buď zcela nepatrně přesahují nejvýš oba prostřední, skoro nikdy vnější. Palistový věnec málo vyvinutý, často nezřetelný.

1. *f. normalis* Mig. Rabenh. Krypt. Fl. (1897) p. 729.

Forma střední velikosti, 15—30 *cm* vys., s lodyhou 0,35 až 0,7 *mm* tlustou, málo jen rozvětvenou. Větevní lodyhy kratší než hlavní, články lodyžní 2—5 *cm* dl., dolení a střední delší, hoření asi jako listy dlouhé. Okornatění pravidelně trojřadé, ač často zdánlivě dvouřadé, žebra skoro úplně stejně vyvinutá, hlavní žebra úplně bez ostnů a uzlinné buňky málo zřetelné. Palistový věnec nezřetelný, palisty jen jako bradavky. V přeslenu 7—8 listů, 10—25 *mm* dl., asi 0,3—0,5 *mm* tlustých, buď přímo odstálých, buď v mírném oblouku vzhůru k lodyze prohnutých, se 7 okornatěnými články a s 1—2 buněčným, krátkým, neokornatěným posledním článkem. První článek listu poměrně kratší než následující, první 3—4 články plodonosné. Lístky na sterilních uzlinách málo vyvinuté nebo vůbec zakrnělé, na plodonosných nejčastěji značně kratší než cystokarpy, nebo jen dosahují sotva délky jejich. Buňky korunky úzké, dlouhé a k sobě přitisklé. Málo jen inkrustované rostliny.

Roste roztroušeně po celých Čechách, zvláště v rybnících, odtokových stružkách, často ve společnosti s jinými druhy, na př. *Ch. foetida, contraria, aspera* a *Braunii.* V rybníce ve Starkoči u Skalice (Děd.), v rybníčku na Doubravské hoře u Teplic (1870, Děd.), v rybníce u Lhoty Hlásné a v rybníce Oboře u Jinolic u Jičína (1911, Baudyš), v odvodňovacích stružkách u Rečkova blíže Bakova (1899, Vilh.), ve strouze z Hlubokého rybníka u Chudíře a v rybníce Hladoměru u Ovčínů blíže Pečic u Ml. Boleslavě (1911, Vilh.), na všetatských loukách směrem k Mělníku a v odvodňovacích příkopech u Vavřince (1902, Vilh.), Kostomlaty u Nymburka (1880. Polák), louže v lomech na Kamajce u Čáslavě (1909, L. Novák), v rybníce u Selčan (1883, Velen.), Chudenice pod Eugensberkem (1898, Roubal). Ze starších stanovisek sem náleží ještě: Hluboká u Č. Budějovic (E. Purkyně), v poslední tůni u Chuchle u Prahy (1866, Leonh.), v zavodňovacích stružkách u Páterova u Bělé u Bezd. *f. streptophylla* Leonh. (1864, Hipp.). Jako *Ch. pulchella* Wallr. u Schlackenwerthu na staré silnici ke Karl. Varům (1839, Reuss) a »Dačice in Bohemia« (herb. musej.; 1820, V. Mann).

2. *f. tenuis n. f.*

Celá rostlina jest jemnější a tenčí než předešlá forma, jemně inkrustovaná a šedozelená. Lodyha málo rozvětvená dosahuje 15—20 *cm* délky, 0,32—0,4 *mm* tlouštky. Články lodyžní 0,5—2 *cm* dl., právě asi tak jako listy, jež někdy dosahují délkou svou k nejbližšímu přeslenu. Okornatění pravidelné, vedlejší žebra málo vynikají nad hlavní žebra, tato však jsou poněkud širší. Palistový věnec nepatrný, palisty bradavkovité. V přeslenu 7—8 listů, poměrně tloušťkou málo se lišících od lodyhy, asi 0,3 *mm* tlustých, s 8—9 okornatěnými články a s 1—2buněčným, krátkým, konečným neokornatěným článkem, ale o málo jen delším než u předešlé formy. První 2—3 články listu plodonosné. Lístky sotva dosahují délky cystokarpu. Buňky korunky nahoře odstálé.

Tato forma zvláště z Polabí podobá se habituelně *Ch. aspera,* od kteréž se liší, že nemá ostnů a silného palistového věnce, pak delšími listy a jednodomostí. Tato forma není to-

tožná s *f. tenuifolia* Mig., spíše by se mohla srovnati s *f. tenuissima* Mig. (l. c. p. 736).

Roste v rybnících a tůních s čistou vodou. Tůňky v lesíku podle dráhy blíže nádraží v Neratovicích (1901, Vilh.), v tůních podle dráhy mezi Všetaty-Přívory a Byšicemi (Vilh.), rybník Broumar u Opočna (1878, Čelak.), rybník v Starkoči u Skalice (Děd.), Velký rybník u Dokes (1867, Šouta).

3. *f. brevifolia n. f.*

Nízká forma, plazivého vzrůstu, zelená, málo jen inkrustovaná, 6—15 *cm* vys., dosti podobná *f. normalis*, od které liší se kratšími listy, jež obyčejně nepřesahují délky 1 *cm*. Lodyha a listy jsou poměrně tlustší než u *f. capitatella*. Lodyha 0,45—0,55 *mm* tl., listy 0,28—0,4 *mm* tl. Články lodyžní 1—3 *cm* dl. i někdy delší, prostřední nejdelší, listy jen v nejhořejších přeslenech dosahují nejbližších přeslenů. Bez ostnů na lodyze. Palistový věnec malý, hoření palisty o málo větší než dolení. V přeslenu 7—8 listů, volně odstálých od lodyhy, se 5—7 články okornatěnými s 1—2 buněčným, neokornatěným, konečným článkem, často však jen jednou zašpičatěnou buňkou list zakončený. První 3 články listu s rozmnožovacími ústroji. Lístky vždy kratší než cystokarpy.

V Novém rybníce v lese u Chudíře blíže Mladé Boleslavě (1911, Vilh.), v údolí říčky Bělé, ve stružkách lučních u Rečkova blíže Bakova a u Bělé u Bezd. (1865, Hipp.; 1899, Vilh.), v Šubertově rybníce, v pramenu u Vrbělé, v pramenu u valchy blíže Bělé u Bezd. (1864, 1865, Hipp.), V. Ves u Neratovic (Jirsák).

4. *f. capitatella n. f.*

Drobná, krátkolistá a tenká forma, jen 10—15 *cm* vys., šedozelená, inkrustovaná. Tloušťka lodyhy od tloušťky listů se mnoho neliší; lodyha bývá 0,3—0,4 *mm* tl., listy 0,25—0,3 *mm* tl. Rozvětvení lodyhy nepatrné a větevní lodyhy vystupují málo jen z přeslenu listů. Lodyžní články 1—3 *cm* dl., střední delší než nejdolejší a nejhořejší. V přeslenu 7—8 listů poměrně krátkých, 0,5—10 *mm* dl., mírně obloukovitě k lodyze skloněných. Na okornatění nelze pozorovati ostnů, ani palistový věnec není zřetelný. Listy s poměrně malým

počtem článků mají obyčejně jen 5—6 okornatěných článků, z nichž první 2 s rozmnožovacími ústroji a konečný kratší neokornatěný 2-buněčný článek. Sterilní listy nemají lístků vyvinutých a v plodonosných uzlinách jsou lístky kratší než cystokarpy.

V tůních u křižovatky drah severozáp. a sev. u Všetat-Přívor (1901, Vilh.), Kuhnersdorf u Osečné blíže Liberce, u Prachovských skal blíže Jičína (Siten.), v lučních příkopech u Putímě blíže Písku (1873, Děd.).

II. Řada: **Formae macroptilae.**

Lístky vesměs vždy delší než zralé cystokarpy. Palistový věnec má palisty pravidelně v hoření řadě zřetelné, mnohdy i značné délky, dolení palisty vždy mnohem kratší než hoření.

5. *f. macrophylla n. f.*

Silnější forma, 15—25 *cm* vys., často jen málo inkrustovaná, zelená, šedozelená nebo zelenavě černavá, málo rozvětvená, s lodyžními články nestejně vyvinutými, 1—6 *cm* dlouhými, prostředními a doleními nejdelšími. Lodyha nestejně silná, 0,5—0,7 *mm* tlustá. Okornatění pravidelné, všechna žebra stejnoměrně vyvinutá, uzlinné buňky málo zřetelné. Palistový věnec málo jen zřetelný, složený z bradavkovitých palistů. V přeslenech po 7—8 listech, 1—3 *cm* dl., někdy také až dosahují délky 4 *cm*, 03—0,5 *cm* tlustých, v hořeních přeslenech kratších, v doleních značně delších. Listy složeny ze 7—8 okornatěných článků, z nichž 3—4 plodonosné, a z 1—2buněčného neokornatěného článku, vždy kratšího než poslední okornatěný článek. Lístky vždy delší než cystokarp, mnohdy i dvakrát delší. Z rašelinných vod rostliny úplně neinkrustované.

Po celých Čechách dosti rozšířená forma, zvláště však v Polabí a v severočeských rašelinách. U Podhráze na rašelině »Faule Wiesen« v tůňových příkopech (1902, Vilh.) a u Dokes v malých rašelinných stružkách (1901, Vilh.), v lučních příkopech v údolí Bělé u Bezd. (1865, Hipp.), v malém rybníčku v lese mezi Libochovicemi a Budyní u Mělníka (1864, Reuss fil.), v tůních podle severní dráhy mezi Byši-

cemi a Všetaty (VILH.), v tůních v lesíku u nádraží v Neratovicích (1901, VELEN., VILH.), u Lysé n. L. (1882, VELEN.), na Hrabanově za Lysou n. L. (1902, VILH.), u Nymburka před Křincem (1877, ČELAK.), u Hradce Králové (HANSG.), v tůních vltavských proti Roztokům u Prahy (1872, DĚD.), Doubravská hora u Teplic, u starých lázní v Písku (1872, DĚD.), v tůňce již. od Putímě nedaleko řeky Blanice (1900, NAP. RADBA) a v příkopech lučních (1873, DĚD.).

6. *f. macrostephana n. f.*

Málo jen inkrustovaná forma, v hoření části pěkně zelená, dole černavá, asi 20 *cm* vys., málo rozvětvená, podobná *f. barbata* GANTERER. Lodyha 0,3—0,55 *mm* tlustá, články lodyžní nestejně vyvinuté, 1—3 *cm* dl. Okornatění často nepravidelné, hlavních a vedlejších žeber často skoro nelze rozlišiti, jsou bez ostnů a bradavek, uzlinné buňky neznatelné. Palistový věnec nápadně veliký, hoření palisty nestejné délky i pod týmž přeslenem, 0,25—0,5 *mm* dl., dolení značně kratší, zhusta jen bradavkovité. V přeslenu 7 listů, 1—1½ *cm* dl., složených ze 7—8 okornatěných článků, z nichž první 2—3 plodonosné, a z 1—2buněčného neokornatěného krátkého posledního článku. Lístky dvakrát delší než cystokarpy. Antheridie 0,3 *mm* v průměru, cystokarpy podlouhle vejčité, 0,7 *mm* dl. a 0,4 *mm* šir.

Tato zvláštní forma vyskytující se hojně sbírána byla u Putímě blíže Písku.

7. *f. pseudacantha n. f.*

Rostliny celkem *f. macrophylla* v podstatných znacích podobné, 15—20 *cm* vys., s lodyžními články 1—6 *cm* dl., z nichž prostřední a dolení jsou nejdelší. Okornatění kolem lodyhy vzedmuté následkem rychlejšího vzrůstu, takže nepřiléhá k článkové buňce, nýbrž zkrucuje se kolem ní. Listy 1—2½ *cm* dl., hoření kratší, dolení delší, se 7 okornatěnými články, z nich prvních 5 plodonosných a s konečným článkem 2buněčným, neokornatěným. Lístky vždy delší než cystokarpy.

V pramenu blíže rybníka u Valchy u Bělé u Bezd. (1864, HIPP.) m. j.

8. *f. mollis n. f.*

Forma prostřední velikosti, 15—20 *cm* vys., více mén inkrustovaná, zelenavá nebo šedozelená, tenká a zprohýbaná Lodyha 0,3—0,4 *mm* tl., málo rozvětvená, s 1—3 *cm* dl. články lodyžními. V okornatění mnohdy zvlášť vyniklá hlavn žebra. Palistový věnec často zřetelný, palisty však nedorů stají značnější délky. Listy vesměs tenké, 1—2 *cm* dl., v hořeních přeslenech přesahují lodyžní články, složené ze 7— okornatěných článků, z nichž první 3 plodonosné, a z 1—2bu něčného posledního neokornatěného článku. Lístky o mál delší než cystokarpy, na sterilních uzlinách úplně zakrnělé

V močálech u Čečelic (1881, Velen.), Týniště (Rohl.) v malých stružkách na rašelinné louce u Podhráze blíže Do kes (1901, Vilh.), rybník u Sychrova blíže Turnova (1913 Vilh.).

9. *f. gracilior n. f.*

Jemná a tenká forma prostředního vzrůstu, mírně inkru stovaná a lámavá, 15—20 *cm* vys. Lodyha obyčejně jen 0,25 a 0,32 *mm* tlustá. Lodyžní články nestejnoměrně vyvinuté, 1 a 3 *cm* dl. Okornatění pravidelné; ostny zakrnělé jen jako bra davky, roztroušené. Palistový věnec mohutný, hoření palisty 0,48—0,8 *mm* dl., dolení kratší asi 0,32 *mm* dl. V přeslenu nej častěji jen 7 listů, 1—2 *cm* dl., velice tenkých, 0,2—0,25 *mm* tlustých, složených ze 7—8 článků okornatěných, z nichž oby čejně 3 první plodonosné, a z posledního krátkého 1—2buněč ného článku neokornatěného. Lístky mnohem delší než cysto karpy, na sterilních uzlinách rovněž vyvinuté.

V tůních podle sev. dráhy mezi Byšicemi a Všetaty (1901 Vilh.), v tůních u křižovatky sev. a severozáp. dráhy jižně od Všetat (1902, Vilh.).

10. *f. brachyphylla* Mig. *ex p.* Rabenh. Krypt. Fl (1897), p. 748.

Tato forma liší se od formy *brachyphylla* popsané Migulou (l. c. p. 748) částečně. Jest poměrně silnější než jiné formy *Ch. fragilis* a dosahuje výšky 15—20 *cm*; jest také málo rozvětvena a poměrně více inkrustována. Jen z rašelinných vod jsou rostliny úplně neinkrustované. Lodyha bývá 0,4 až 0,65 *mm* tlustá, články lodyžní mívají různou délku, hoření

:asto jen 0,5—1 *cm* dl., střední a dolení 2—4 *cm* dl., zřídka až ; *cm* dl., kdežto listy poměrně jsou silné (0,4—0,5 *mm*) a krátxé, 0,3—1,3 *cm* dl. Listy v hořeních přeslenech plodonosné, vždy kratší a dosahují nejvýše středního čísla udané délky, v prostředních často sterilních přeslenech zřídka dosahují délxy málo přes 1 *cm*. Okornatění pravidelné, uzlinné buňky nezřetelné. Palistový věnec malý, ale zřetelný, zvlášť hoření kruh palistů. Listy mají krátké články a jsou mírně obloukovitě zanuté a obyčejně přitisklé špičkou k lodyze; bývá jich 6—8 v přeslenu. Složeny jsou ze 6—7 článků okornatěných a z krátkého, špičatého, posledního, neokornatěného, 1—2buněčného článku. První 3—4 články plodonosné. Lístky delší než cystokarpy, na sterilních uzlinách lístkových úplně zakrnělé.

Na rašelinách »Faule Wiesen« v tůňových příkopech u Podhráze blíže Dokes (1880, Siten.), z hlubokého pramene a v zátoce rybníka u Bělé u Bezd. (1865, Hipp.), v lučních stružkách u Rečkova blíže Bakova (1899, Vilh.), tůně podle žev. dráhy mezi Byšicemi a Všetaty (1901, 1911, Vilh.), ve stoce u bažantnice na pokraji kyselek u Vavřince blíže Liblic (1899, Vilh.), ve vodách u Vrutice za Lysou n. L. (1884, Velen.), v tůních u Vel. Kostomlat s Ranunculus radians (1881, Čelak.), Blato u Poděbrad (herb. musejní, 1867, Čelak.), u Králové Hradce (Hansg.).

11. *f. pusilla n. f.*

Velmi tenká, jemná a krátkolistá forma, asi 15 *cm* vys., zelená nebo šedozelená, málo jen inkrustovaná, podobná zevně *Ch. aspera*. Tloušťka lodyhy a listů průměrně jen 0,25 *mm*. Větve vyskytují se jen spoře. Palistový věnec zřetelný, pod některými přesleny poněkud silněji vyvinuty palisty, ale dosti nepravidelně, z nichž jen některé dosahují 0,5 *mm* délky, v dolení řadě palisty vždy jen bradavkovité. Články lodyžní nestejnoměrně vyvinuté, nejhořejší poměrně krátké, často jen 3—6 *mm* dl., prostřední a dolení však 1—2 *cm* dl. V přeslenech po 7—8 listech, 0,5—1,0 *cm* dl., složených nejčastěji ze 7 okornatěných článků a z konečného neokornatěného 2buněčného článku kratšího než poslední okornatěný. První 3 články s roz-

množovacími ústroji. Lístky delší než cystokarpy i na sterilních uzlinách zhusta vyvinuté.

V příkopech na rašelinách zvaných »Faule Wiesen« u Podhráze a v příkopech na lučních rašelinách u Hirnsenského rybníka blíže Dokes (1880, Siten.), v tůních podle sev. dráhy mezi Všetaty a Byšicemi (1901, Vilh.), v odvodňovacích příkopech na všetatských lukách u Vavřince blíže Liblic (1902, Vilh.), v odvodňovacích příkopech mezi Mělnickou, Vrutici a Jelenicemi u Mělníka (1902, Vilh.), v příkopech lučních u Putímě blíže Písku (Děd.).

Mimo tyto formy zjištěna *Ch. fragilis* ve stavu sterilním z těchto nalezišť: podobná *f. filiformis* Mig., velmi jemná, dlouholistá, zelená, Nitelle spíše podobná forma s nezřetelným palistovým věncem v příkopě dráhy u Netřeb blíže Neratovic (Jirsák); na všetatských lukách v odvodňovacích příkopech u Vavřince (1902, Vilh.); velmi silná, dlouholistá a inkrust. *f.* v potoce v lukách u Čečelic (1885, Velen.); v jílovitých močálech při cestě ze Sadské k Nymburku (1883, Velen.); rovněž silná a dlouholistá *f.* v potoce s čistou vodou na pasece v lesích Doubice u Sadské (1883, Velen.); silná a dlouholistá *f.* v lučních tůních u Nov. Benátek (1870 a 1872, Děd.); silná a dlouholistá *f.* v tůních vltavských proti Roztokům u Prahy (1870 a 1872, Děd.); tenkolistá v tůni mezi Kosmonosy a Debří u Mladé Boleslavě (1894, Podp.).

Z nepublikovaných dosud nalezišť herbáře Musea král. Čes. (ster.): V příkopech a v rybníku u Dokes (1867, Šouta); zcela zvláštní dlouholistá (listy 7—8 *cm* dl.) a silná forma u Brandýsa n. Orl. 1868, Čelak.); tenká a dlouholistá *f.* v nádržce vodní ve dvorní zahradě v Čes. Krumlově.

Ze starších stanovisek českých podle určení Leonhardiho: v rybníce Rozkoši u Bohdanče *f. minor* (Opiz), v pohraničním pohoří u Saska (*Ch. tomentosa* v Opizově herbáři, F. W. Schmidt), v jednom rybníčku u Hochöfen (kupec Reuss), u Hořátve blíže Nymburka (lék. Všetečka), v úzkém železničním příkopě za Běchovicemi (Leonh.), v zámecké zahradě v Teplicích *f. major* (*Ch. Hedwigii*, farář Karl), v stojaté vodě podle dráhy mezi Roudnicí a Terezínem (1861, A. Reuss fil.), v opevňovacích příkopech v Terezíně *f. brevi-*

*bracteata superne brevifolia valde incrustata* (1860, Leonh.), v rybníce Předboji hluboce pod vodou *f. streptophylla* (1863, Leonh.), v loužích u Vrbna *f. longibracteata* (1861, Reuss *fil.*), v rybníce u Pardubic jako *Ch. pulchella* (Opiz, Böhm. phan. u. krypt. Gew.), v rybníce u Horek nedaleko Chlumce v jičínském kraji (1834, Weitenweber), za hrází vltavskou před Chuchlí a v starém toku Vltavy nad Bráníkem u Prahy (1866, Leonh.).

*β*) Hlavní žebra vyniklá nad vedlejšími se zřetelnými bradavkami nebo ostny.

24. **Ch. delicatula** Agardh v Syst. Alg. (1824) p. 130.

Leonhardi, Öster. Arml. (1864) p. 90; A. Braun, Char. v. Schles. (1876) p. 411; Braun-Nordstedt, Fragmente (1882) p. 184; Sydow, Europ. Char. (1882) p. 97; Migula, Char. v. Rabenh. Kryptfl. (1897) p. 752; Synoptis Char. europ. 1898) p. 164; Kuczewski, Morph. u. biol. Untersuch. an Ch. delic. f. bulbif. (1906).

Tento druh nepokládá se za přesně ohraničený, spíše mohl by býti zahrnut do širšího obvodu forem *Ch. fragilis.* Habituelně podobá se také *Ch. fragilis.* Obyčejně tvoří nízké trsíčky, s lodyhami tenkými, tvrdými, jež zůstavají sušené oblé. Rozvětvení bývá hojné, zvláště v dolení a střední části. Články lodyžní jsou obyčejně kratší než dlouhé, jemné listy. Okornatění jest trojřadé; vedlejší žebra jsou slaběji vyvinuta, kdežto hlavní žebra je převyšují. Zřetelně vyvinuté ostny na hranách jsou jako vyvýšené, podlouhlé bradavky nebo drobné, dosti silné ostny. Palistový věnec jest velice význačný a hoření palisty jsou značně dlouhé, dolení kratší. Listy jsou poměrně tenké a dlouhé, po 7—8 přeslenech, mají 7—8 článků, z nichž krátký konečný článek jest 2buněčný. Rozmnožovací ústroje jsou podobné jako u *Ch. fragilis,* nejčastěji na prvních 2 uzlinách. Jádro podlouhlé, červenohnědé, menší než u *Ch. fragilis*, 0,4—0,44 *mm* dl., 0,23 *mm* šir.

České rostliny patří ke **var. bulbifera** A. Br. Na spodních lodyžních uzlinách jsou vyvinuty bílé hlízky 1—1,2 *mm* v průměru. Jimi rozliší se tato parožnatka nejlépe od *Ch. fragilis.*

Nový tento druh pro Čechy sbírán blízko hráze na pokraji rybníka Proudnického u Chlumce n. Cidl. (1901, Vilh.). Tato vzácnější var. než vlastní *Ch. delicatula,* jež vyskytuje se po Evropě, Asii a sev. Americe, známa jest dosud z málo stanovisek (z ostrova Usedomu, Brandeburska, Šlesvicka-Holštýnska a Švýcarska).

---

## Seznam užité literatury.

Agardh C. A.: Systema Algarum. 1824.

De Bary A.: 1. Zur Keimungsgeschichte der Charen. Bot. Zeitg. 1875.
2. Ueber den Befruchtungsvorgang bei den Charen. Monatsber. der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1871.

Bégninot A. e Formiggini L.: 1. Ricerche end osservazioni sopra alcune entità vicarianti nelle Caracee della flora italiana. Bull. Soc. Bot. Ital. 1907, pag. 100—116.
2. Ulteriori osservazioni sulle Caracee vicarianti della flora italiana. Bull. Soc. It. 1908, p. 78—81.

Belajeff Wl.: Ueber Bau und Entwickelung der Spermatozoiden der Pflanzen. Flora 79 (1—48), 1894.

Bischoff G. W.: Die kryptogamischen Gewächse. Lfg. 1. Nürnberg. 1828.

Braun Alexander: 1. Characeen in der krypt. Flora von Schlesien. Bd. I. 1876.
2. Fragmente einer Monographie der Characeen, herausgegeben von Nordstedt. Abhandl. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1882.
3. Die Characeen Africas. Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1867.
4. Uebersicht der schweizerischen Characeen. 1847.

Čelakovský Lad.: 1. Mitteilungen zur Flora Böhmens. Öster. Bot. Zeitschr. 1876, p. 207.
2. O parožnatkách (Characeách). Vesmír. Ročn. VII. 1878.
3. Ueber die morphologische Bedeutung der sog. Sporensprösschen der Characeen. Flora. 1878.
4. Analytická květena česko-moravská. II. vyd. (Přídavek: Characeae, p. 411—414.) 1887.
5. Die Berindung des Stengels durch die Blattbasen. Flora. 90. Bd. Jhg. 1902.

Derbski B.: Weitere Beobachtungen an Chara fragilis Dsv. Jhrb. f. wiss. Bot. 1898. 32.

Domin Karel: Úvod k novějším theoriím vývojovým. Praha. 1909.

Ernst Alfred: 1. Ueber Pseudo-Hermaphroditismus und andere Mißbildungen der Oogonien bei Nitella syncarpa (Thuill.) Kützing. Flora. 1901. 88.

2. Die Stipularblätter von Nitella hyalina Ag. Vierteljahrsschrift der Naturforsch. Gesellsch. in Zürich. Jahrg. XLIX. 1904. Heft 1.

Formiggini L.: 1. Revisione critica delle Caracee della flora veneta compreso il mantovano. Estr. dagli Atti dell' Academia scient. veneto-trentino-istriana. III. ser. an 1. Padova, 1908.

2. Contributo alla conoscenza delle Caracee della Sicilia. Bull. Soc. Bot. It. 1908.

3. Contributo alla conoscenza delle Caracee del Lagio. Annali di Botanica. Vol. VII. Fasc. 2. 1909.

4. Cenno storico-bibliografico sulle Caracee della flora italiana. Bull. Soc. Bot. Ital. 1909.

Franze R.: Ueber die feinere Struktur der Spermatozoen von Chara fragilis. Bot. Centralbl. 1893. LIII. Nro. 9.

Ganterer: Die bisher bekannten österreichischen Characeen. Wien. 1847.

Giesenhagen K.: 1. Untersuchungen über die Characeen (Sep. Abdr.). Flora. 1896, 1908.

2. Innere Vorgänge bei der geotropischen Krünnung der Wurzeln von Chara. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Berlin. Bd. XIX. Jahrg. 1901. Heft 4.

3. Die bayerischen Characeen. Ber. der Bayer. Bot. Ges. 1892.

Goebel K.: Morphologische und biologische Bemerkungen. 11. Homologien in der Entwickelung männlicher und weiblicher Geschlechtsorgane. Flora. 1902. 90.

Goetz G.: Entwicklung der Eiknospe bei den Characeen. Bot. Zeitg. 1899. 57.

Holz Ludwig: Characeen. Kryptogam. Flora der Mark Brandeburg. IV. Bd. 1. Heft. 1903.

Hora P.: Versuch einer Flora von Pilsen. Lotos. 1883.

Johow Friedr.: Die Zellkerne von Chara foetida. Bot. Zeitg. 1881.

Kaiser O.: Ueber Kernteilung der Characeen. Bot. Zeitg. 1896.

Kaulfus Fr.: Erfahrungen über das Keimen der Characeen. Leipzig. 1825.

Kny L.: Messungen der Membranfaltungen in den Schildern der Antheridiums von Chara fragilis. Bericht der bot. Ges. 1893.

Kuczewski O.: Morphologische und biologische Untersuchungen an Chara delicatula f. bulbifera A. Br. Beih. z. Bot. Centralbl. XX. 1906. I. Abt.

Kühne W.: Bedeutung des Sauerstoffs für die vitale Bewegung. Zeitschr. f. Biol. 1897—1898.

Kützing: Tabulae phycologicae. VII. 1857.

z Leonhardi H.: 1. Die böhmischen Characeen. Lotos. XIII. April, Mai, Juni. 1863.

2. Weitere Characeen Fundorte. Lotos. XIII. September, Oktober. 1863.

3. Sitzungsber. d. Naturwiss. math. Sekt. der Königl. böhm. Gesellsch. der Wissensch. in Prag (am 27. April) 1863.
4. Die bisher bekannten österreichischen Armleuchtergewächse. Verhandlg. d. naturf. Vereins zu Brün. Bd. II. 1864.
5. Fortsetzung der Nachträge und Berechtigungen. Verhandlg. d. nat. Ver. z. Brünn. Bd. III. 1864; Bd. V. 1866.

Lotsy J. P.: Vorträge über bot. Stammesgeschichte. Jena 1909.

Maiwald V.: Geschichte der Botanik in Böhmen. 1904.

Mardetschläger Fr.: Die Characeen im allgemeinen und in spezieller Beziehung auf einige im Gebiete von Krumau vorkommende Arten. Lotos. XIX. 1869.

Migula Walter: 1. Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Rabenhorsts Krypt. Fl. II. Aufl. V. Bd. Leipzig. 1890—1897.
2. Synopsis Characearum europaearum. Leipzig. 1898.
3. Characeae. Thomé's kryptog. Fl. von Deutschl., Deutsch-Oesterreich und d. Schweiz. Bd. II. 2. Teil. 1909.

Müller Arthur: Beiträge zur Kenntnis von Chara hispida L. und foetida Br. (Disser.) München. 1907.

Nonweiler Georg: Morphologische und physiologische Untersuchungen an Chara strigosa Br. (Disser.) Zürich. 1908.

Nordstedt Otto: De algis et characeis. 1—6. Lundae. 1880—1889.

Nordstedt O.-Wahlstedt: Ueber die Keimung der Characeen. Flora. 1875.

Oltmanns: Morphologie und Biologie d. Algen. Jena. 1904—1905.

Opiz M.: Seznam rostlin květeny české. Praha. 1852.

Overton E.: Beiträge zur Histologie und Physiologie der Characeen. Bot. Centralbl. 1890. 44.

Presl J. Sv.: Všeobecný rostlinopis. V Praze. 1846. II. sv.

Pringsheim N.: 1. Ueber die Vorkeime der Characeen. Monatsber. d. Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1862.
2. Ueber die Vorkeime und die nacktfüssigen Zweige der Charen. Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. III. Heft II. 1862.

Rabenhorst L.: Kryptogamen-Flora von Sachsen, der Oberlausitz, Thüringen und Nordböhmen. 1863.

Richter Johannes: Ueber Reaktionen der Characeen auf äußere Einflüsse. Flora. 1894.

Sachs J.: Lehrbuch der Botanik. IV. Aufl. 1874.

Sluiter Catha P.: Peiträge zur Kenntnis von Chara contraria A. Br. und Chara dissoluta A. Br. Bot. Zeitg. 1912.

Strasburger Ed.: Einiges über Characeen und Amitose. Wiener Festschrift. 1908, p. 24—47. Taf. I.

Sydow P.: Die bisher. bekannten europäischen Characeen. Berlin. 1882.

Velenovský Jos.: Charophyta ve srovnávací morfologii. Díl I., p. 61—70. Praha 1905.

VILHELM JAN: 1. Systematický význam parožnatek (Charophyt) a jejich zeměpisné rozšíření v Evropě. Výr. zpr. c. k. vyšš. gymn. v Pelhřimově za šk. r. 1902-3.
2. Ein Beitrag zur Kenntnis der Charophytenflora von Bulgarien, Montenegro und Athos-Halbinsel. Hedwigia. Bd. XLVII. 1907.
3. Vegetativní rozmnožování parožnatek a poznámky k výzkumu parožnatek na poloostrově balkánském. Věstník IV. sjezdu přírodozp. a lék. čes. v Praze. 1908.
4. Vegetativní rozmnožování parožnatek. Výr. zpr. Klubu přírodovědeckého v Praze. 1911.
5. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Charophytenflora von Montenegro und Bulgarien. Hedwigia. Bd. LIII. 1912.
6. O útvarné biologii rašelin jihočeských. Sborn. čes. zeměvěd. společn. v Praze. 1901.

WILLE N.: Characeae v Engler.-Prantl. »Die natürl. Pflanzenfam. I. Teil, 2. Abt. 1897, p. 161—175. — Nachträge. 1910, p. 135—136.

WITT A.: Beiträge zur Kenntnis von Chara ceratophylla Wallr. und Chara crinita W. (Disser.) Zürich. 1906.

---

## Seznam vyobrazení v textu.

Obr. 28.—29. Vznik a další vývoj uzliny na hlavním kořínku na prvoklíčku.
Obr. 30. Napuchlé uzliny lodyžní a bambulky na lodyze a rhizoidech ze spodní části rostliny.

*Chara foetida* A. Br. z tůně u Všetat v Polabí.

Obr. 31. Tělíska plovoucí v protoplasmě v článkové buňce prvoklíčku pod listovým přeslenem.

*Nitella opaca* Ag. *f. conglomerata* A. Br. z tůně u Všetat v Polabí.

Obr. 32. Celkový habitus.

*Tolypella prolifera* Leonh. z rybníčku u St. Hasiny blíže Rožďalovic.

Obr. 33. Celkový habitus.
Obr. 34. Plodonosný list.
Obr. 35.—36. Různé zakončení sterilních listů.

*Chara pannonica* n. subsp. *Charae intermediae* od Lysé n. L.

Obr. 37. Celkový habitus.

*Chara foetida* A. Br. *f. longibracteata* Mig. z rybníka u V. Čakovic.

Obr. 38. Celkový habitus.

*Chara hispida* L. *var. equisetina* (Mig.) z Netřeb.

Obr. 39. Celkový habitus.

*Chara bohemica* n. subsp. *Charae hispidae* od V. Vsi.

Obr. 40. Celkový habitus.

*Chara aspera* Wld. *f. longispina* Mig. z tůňky u Neratovic.

Obr. 41. Rostlina samčí v mladém stadiu; celkový habitus.

[Obr. 30., 32., 33., 37.—41. fotogr. dr. G. Daněk.]

# Rejstřík jmen a synonym.

*Kursivou* tištěná jsou synonyma, číslo stránky s popisem označeno **tučným** tiskem.

III.

# Arithmetische Transformationen.

Von **Franz Rogel** in Klagenfurt.

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. November 1913.)

## I. Ableitung der Transformations-Gleichung.

Es sei

$$\mathsf{L} = \sum_{\nu=a}^{b} f(\nu)\, g(\nu) \tag{1}$$

die zu transformierende Reihe, worin $f$, $g$ Funktionen bezeichnen, die

1. eindeutig und

2. für endliche Argumente endlich sind; ferner sei

$$f(\nu) = \mathfrak{x}(\nu + 1) - \mathfrak{x}(\nu) \tag{2}$$
$$g(\nu) = \mathfrak{y}(\mathfrak{f}(\nu)) \tag{3}$$

wo $\mathfrak{f}$ eine zahlentheoretische Funktion vorstellen möge, die bei zunehmendem Argument durch positive ganzzahlige Argumente $\mathfrak{z}_\tau$ eine Wertänderung erfährt, so zwar dass

$$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau) = \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau - 1) + \gamma,\ \gamma \gtrless 0, \tag{4}$$

und $\mathfrak{z}_1$ das kleinste, $\mathfrak{z}_\tau$ das $\tau^{te}$ und $\mathfrak{z}_{n-1}$ das grösste zwischen $a$ und $b$ liegende der Bedingung (4) genügende Argumente ist.

Die Gesamtheit der Zahlen $\mathfrak{z}$ heisse die $\mathfrak{z}$-Folge der Funktion $\mathfrak{f}$.

Da die discontinuirliche Funktion $\mathfrak{f}(\nu)$ also nur an den Stellen $\nu = \mathfrak{z}$ eine Zu- oder Abnahme erfährt, so besteht

$$
\begin{aligned}
g(a) &= g(a+1) = \ldots\ldots = g(\mathfrak{z}_1 - 1),\\
g(\mathfrak{z}_1) &= g(\mathfrak{z}_1+1) = \ldots\ldots = g(\mathfrak{z}_2 - 1),\\
g(\mathfrak{z}_2) &= g(\mathfrak{z}_2+1) = \ldots\ldots = g(\mathfrak{z}_3 - 1),\\
g(\mathfrak{z}_{n-1}) &= g(\mathfrak{z}_{n-1}+1) = \ldots\ldots = g(b),\\
&\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n .
\end{aligned}
$$

Setzt man abkürzungsweise

$$\mathfrak{x}(\nu) = \mathfrak{x}_\nu, \quad g(\nu) = g_\nu, \text{ so wird}$$

$$
\begin{aligned}
\mathsf{L} = {} & (\mathfrak{x}_{a+1} - \mathfrak{x}_a)\, g_a + (\mathfrak{x}_{a+2} - \mathfrak{x}_{a+1})\, g_{a+1} + \ldots + (\mathfrak{x}_{z_1} - \mathfrak{x}_{z_1-1})\, g_{z_1-1} +\\
& + (\mathfrak{x}_{z_1+1} - \mathfrak{x}_{z_1})\, g_{z_1} + (\mathfrak{x}_{z_1+2} - \mathfrak{x}_{z_1+1})\, g_{z_1+1} + \ldots + (\mathfrak{x}_{z_2} - \mathfrak{x}_{z_2-1})\, g_{z_2-1} +\\
& + (\mathfrak{x}_{z_2+1} - \mathfrak{x}_{z_2})\, g_{z_2} + (\mathfrak{x}_{z_2+2} - \mathfrak{x}_{z_2+1})\, g_{z+1} + \ldots + (\mathfrak{x}_{z_3} - \mathfrak{x}_{z_3-1})\, g_{z_3-1} +\\
& \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
& + (\mathfrak{x}_{z_{n-1}+1} - \mathfrak{x}_{z_{n-1}})\, g_{z_{n-1}} + (\mathfrak{x}_{z_{n-1}+2} - \mathfrak{x}_{z_{n-1}+1})\, g_{z_{n-1}+1} +\\
& \qquad \ldots + (\mathfrak{x}_{b+1} - \mathfrak{x}_b)\, g_b =\\
= {} & (\mathfrak{x}_{z_1} - \mathfrak{x}_a)\, g_a + (\mathfrak{x}_{z_2} - \mathfrak{x}_{z_1})\, g_{z_1} + (\mathfrak{x}_{z_3} - \mathfrak{x}_{z_2})\, g_{z_2} + \ldots\\
& \ldots + (\mathfrak{x}_{z_{n-1}} - \mathfrak{x}_{z_{n-2}})\, g_{z_{n-2}} + (\mathfrak{x}_{b+1} - \mathfrak{x}_{z_{n-1}})\, g_{z_{n-1}} =\\
= {} & - \mathfrak{x}_a g_a - \mathfrak{x}_{z_1}(g_{z_1} - g_{z_a}) - \mathfrak{x}_{z_2}(g_{z_2} - g_{z_1}) - \ldots\\
& \ldots - \mathfrak{x}_{z_{n-1}}(g_{z_{n-1}} - g_{z_{n-2}}) + \mathfrak{x}_{b+1}\, g_{z_{n-1}};
\end{aligned}
$$

demnach ist die verlangte Transformations-Gleichung:

$$
\begin{aligned}
\sum_{\nu=a}^{b} f(\nu)\, g(\nu) = {} & \mathfrak{x}(b+1)\; g(\mathfrak{z}_{n-1}) - \mathfrak{x}(z_1)\, g(\mathfrak{z}_1) + g(a)\,[\mathfrak{x}(\mathfrak{z}_1) - \mathfrak{x}(a)]\\
& - \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathfrak{x}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})\,[g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma)], \qquad (5)\\
& \mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n .
\end{aligned}
$$

Ist $a = \mathfrak{z}_0$, so schreibt sich einfacher

$$
\begin{aligned}
\sum_{\nu=\mathfrak{z}_0}^{b} f(\nu)\, g(\nu) = {} & \mathfrak{x}(b+1)\, g(\mathfrak{z}_{n-1}) - \mathfrak{x}(\mathfrak{z}_0)\, g(\mathfrak{z}_0)\\
& - \sum_{\sigma=0}^{n-2} \mathfrak{x}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})\,[g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma)]. \qquad (5)
\end{aligned}
$$

Bezüglich der Funktion $g$, die als »eingeschaltet« gedacht wird, ist zu bemerken, dass wenn $\mathfrak{y}$ eine stetige

Funktion ist, $\mathfrak{f}$ und $g$ dieselbe $\mathfrak{z}$-Folge besitzen, was aber nicht der Fall ist, wenn $\mathfrak{y}$ ebenfalls eine unstetige Funktion ist, so dass dann zwei verschiedene Transformationen zu Stande kommen, jenach dem die $\mathfrak{z}$-Folge für $\mathfrak{f}$ oder $g$ zu Grunde gelegt wird.

Die Transformations-Gleichung (5) sinkt zu einer leeren Identität herab, wenn die $\mathfrak{z}$-Folge die natürliche Zahlenreihe ist, w. z. B. in dem Falle eintritt, wenn die Primzahl $p_\tau$ als Funktion $\mathfrak{f}$ des Zeigers $\tau$ angesehen wird.

Was die durch die Funktional-Gleichung (2) definierte Funktion $\mathfrak{x}$ anbelangt, so bestimmt sich diese durch $f$ mittels

$$\mathfrak{x}(\mathfrak{y}) = \sum_{\lambda=1}^{y-1} f(y-\lambda). \tag{6}$$

So ist, wenn

$$\mathfrak{S}_n = \mathfrak{A}(1) - \mathfrak{A}(2) + \mathfrak{A}(3) - + \ldots + (-1)^{n+1} \mathfrak{A}(n)$$
$$= \begin{cases} -1 & \\ -1 + \mathfrak{A}(n) & \end{cases} n \begin{cases} \text{gerade,} \\ \text{ungerade,} \end{cases}$$
$$f(n) = \mathfrak{S}_{n+1} - \mathfrak{S}_n = (-1)^n \mathfrak{A}(n+1);$$
$$\mathfrak{x}^{(n)} = \mathfrak{S}_n = -1 + \frac{1-(-1)^n}{2} \mathfrak{A}(n), \tag{7}$$

wo $\mathfrak{A}(n)$ die Anzahl der Primzahlen $\leqq n$ vorstellt. Ist $f(y)$ eine in eine unbedingt convergente Potenzreihe entwickelbare Funktion, so lässt sich $\mathfrak{x}(y)$ mittels Bernoullischer Funktionen $B_r$ bestimmen.

Denn ersetzt man in der Maclaurinschen Entwicklung.

$$f(y) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{1}{\nu!} f^{(\nu)}(o)\, y^\nu$$

$y^\nu$ durch

$$\frac{1}{\nu+1} [\mathbf{B}_{\nu+1}(y+1) - \mathbf{B}_{\nu+1}(y)],$$

so ergibt sich

$$\mathfrak{x}(y) = \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{1}{(\nu+1)!} f^{(\nu)}(o)\, \mathbf{B}_{\nu+1}(y). \tag{8}$$

Besonders einfach bestimmt sich $\mathfrak{x}(y)$ in den folgenden acht Fällen:

1. $f(y) = 1, \ \mathfrak{x}(y) = y;$ (9)

2. $f(y) = a^y, \ \mathfrak{x}(y) = \frac{a^y}{a-1};$ (10)

3. $f(y) = y^r, \ \mathfrak{x}(y) = \frac{1}{r+1} \mathsf{B}_{r+1}(y);$ (11)

4. $f(y) = [a + (y+1)d] \, e^{y+1}, \ \mathfrak{x}(y) = \sum_{\varkappa=0}^{y} (a + \varkappa d) \, e^{\varkappa} =$

$$= \frac{a - (a+yd)\, e^{y+1}}{1-e} + \frac{de(1-e^y)}{(1-e)^2}; \qquad (12)$$

5. $f(y) = \binom{y}{r-1}, \ \mathfrak{x}(y) = \binom{y}{r};$ (13)

6. $f(y) = \mathsf{P}_m(y) = \binom{m+y-1}{m}$: $y^{\text{te}}$ figurierte Zahl $m^{\text{ter}}$ Ordnung, $\mathfrak{x}(y) = \mathsf{P}_{m+1}(y-1) = \binom{m+y-1}{m+1};$ (14)

7. $f(y) = \frac{\sin}{\cos}(ky+h), \ \mathfrak{x}(y) = \csc\frac{k}{2}\left[\frac{\sin}{\cos}\left(h + \frac{ky}{2}\right) \sin k\frac{y+1}{2}\right.$
$$\left. - \frac{\sin}{\cos}\left(h + \frac{k(y-1)}{2}\right) \sin\frac{ky}{2}\right]; \qquad (15)$$

8. $f(y) = \log(y+1), \ \mathfrak{x}(y) = \log(y!).$ (16)

Da auch $g$ durch eine Differenz ausgedrückt, somit $f$ mit $g$ vertauscht, sowie

$$f(v)\, g(v) = [(v+1) - v]\, f(v)\, g(v)$$

gesetzt werden kann, so ist die Transformation auf dreifache Art ausführbar.

## Besondere Form der Transformations-Gleichung.

Sind $a$, $b+1$, sowie alle $\mathfrak{z}$ von einer bestimmten Stelle an entweder zugleich gerade oder zugleich ungerade, so kann auch geschrieben werden

$$\begin{aligned} \mathsf{L} = & (\mathfrak{x}_{a+2} - \mathfrak{x}_a)\, g_a + (\mathfrak{x}_{a+4} - \mathfrak{x}_{a+2})\, g_{a+2} + \ldots \\ & + (\mathfrak{x}_{\mathfrak{z}_1} - \mathfrak{x}_{\mathfrak{z}_1-2})\, g_{\mathfrak{z}_1-2} + (\mathfrak{x}_{\mathfrak{z}_1+2} - \mathfrak{x}_{\mathfrak{z}_1})\, g_{\mathfrak{z}_1} + \ldots \\ & + (\mathfrak{x}_{b+1} - \mathfrak{x}_{b-1})\, g_{b-1}; \end{aligned}$$

demnach gilt

$$\sum_{\nu=a}^{b} [\mathfrak{x}(\nu+1) - \mathfrak{x}(\nu)]\, g(\nu) = \sum_{\lambda=a,\ a+2,\ldots}^{b-1} [\mathfrak{x}(\lambda+2) - \mathfrak{x}(\lambda)]\, g(\lambda). \quad (17)$$

Setzt man hierin

$$\mathfrak{x}(\nu) = \mathbf{E}_m(\nu)$$

d. i. die »Euler'sche Funktion« $m^{\text{ter}}$ Ordnung erster Art, so ist wegen

$$\mathfrak{x}(\lambda+2) - \mathfrak{x}(\lambda) = 2\,\mathbf{E}'_m(\lambda+1)$$

— siehe des Verfassers: »Theorie der Eulerschen Funktionen«, Sitzgs.-Ber. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss., 1893 —

$$2\sum_{\nu=a}^{b} \mathbf{E}'_m(\nu+1)\, g(\nu) = \mathbf{E}_m(b+1)\, g(\mathfrak{z}_{n-1}) - \mathbf{E}_m(\mathfrak{z}_1)\, g(\mathfrak{z}_1)$$

$$+ g(a)\, [\mathbf{E}(\mathfrak{z}_1) - \mathbf{E}_m(a)] - \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathbf{E}_m(\mathfrak{z}_{\sigma+1})\, [g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma)]. \quad (18)$$

Für $\mathfrak{f}(v) = \mathfrak{A}(v)$ ist die eingangs gestellte Bedingung vom dritten Gliede an (in $\mathbf{L}$) erfüllt und kann daher die Formel vom vierten Gliede an angewendet werden; es ergibt sich

$$[\mathbf{E}_m(2) - \mathbf{E}_m(1)]\, F(1) + [\mathbf{E}_m(3) - \mathbf{E}_m(2)]\, F(2) +$$

$$+ 2\sum_{\nu=3,5,\ldots}^{b} \mathbf{E}'_m(\nu+1)\, F[\mathfrak{A}(\nu)] = \mathbf{E}_m(b+1)\, F(n-1) -$$

$$- \mathbf{E}_m(1)\, F(1) - \sum_{\tau=2}^{n-1} \mathbf{E}_m(p_\tau)\, [F(\tau) - F(\tau-1)]. \quad (19)$$

## Anwendungen.

Die Formel (5) soll nun für jene Fälle spezialisiert werden, wo die Funktion $\mathfrak{f}$ ein »grösstes Ganze« ist und zw.

$$\mathfrak{f}(x) = |hx+i|, \quad \left|\frac{1}{hx+i}\right|, \quad |\sqrt[r]{hx+i}|,$$

$h$ und $i$ ganz oder gebrochen, $h \gtrless o$, $i \gtreqless o$.

Von einer gewissen Sstelle $x_0$ an ist

$$\mathfrak{f}(x+1) - \mathfrak{f}(x) = \pm 1 \text{ oder } = o, \quad (20)$$

jenachdem $x+1$ bezw. $x$ ein Element $\mathfrak{z}_\nu$ der der Funktion $\mathfrak{f}$ zugeordneten $\mathfrak{z}$ — Folge ist oder nicht, eine Eigenschaft, von der bei den nachfolgenden Transformationen ein ausgedehnter Gebrauch gemacht wird.

$$1.\ \mathfrak{f}(x)=|hx+i|,\ o<h\leqq 1,\ a=o.$$

Das unterste Glied der $\mathfrak{z}$-Folge — $\mathfrak{z}_1$ — ist der kleinste Wert der Veränderlichen $x$, für den

$$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_1)=|i|+1$$

ist. Für das beliebige Glied $\mathfrak{z}_\nu$ besteht

$$\begin{aligned}\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu)&\equiv\mathfrak{f}_\nu=\nu+|i| \\ &=|h\mathfrak{z}_\nu+i|=h\mathfrak{z}_\nu+i-\varrho,\ o\leqq\varrho<1.\end{aligned} \tag{21}$$

Nun ist $\varrho<h$; denn setzt man $\varrho=h+\alpha$, $\alpha^2<1$, so ist

$$\mathfrak{f}_\nu=h\mathfrak{z}_\nu+i-h-\alpha=h(\mathfrak{z}_\nu-1)+i-\alpha=\nu+|i|,$$

ferner

$$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu-1)=\mathfrak{f}_{\nu-1}=h(\mathfrak{z}_\nu-1)+i-\varrho'=\nu-1+|i|,\quad o\leqq\varrho'<1,$$

woraus durch Subtraktion $1=\varrho'-\alpha$ hervorgeht, was nur bei n e g a t i v e m $\alpha$ möglich ist; es ist daher $\varrho=h-\alpha$ oder $\frac{\varrho}{h}>1$. Dies berücksichtigend ergibt sich aus (21)

$$\mathfrak{z}_\nu=\frac{\mathfrak{f}_\nu-i+\varrho}{h}=\frac{\nu+|i|-i}{h}+\frac{\varrho}{h}$$

oder

$$\mathfrak{z}_\nu=\left\|\frac{\nu+|i|-i}{h}\right\| \tag{21'}$$

wo

$$\begin{aligned}\|a\|&=a,\ \text{wenn } a \text{ ganz und} \\ \|a+\varrho\|&=a+1,\ \text{wenn } o<\varrho<1 \text{ ist.}\end{aligned}$$

Das Ergebnis (21') lässt sich noch auf folgende Art begründen:

Die Gleichung

$$\mathfrak{f}_{\nu-1}=|hx+i|=hx+i-\varrho$$

hat im allgemeinen mehrere Wurzeln $x$; der grösseren Wurzel entspricht der grössere Rest u. der grössten Wurzel $x$ max

der grösste Rest. $1 + x \max$ erzeugt bereits $\mathfrak{k}_{\nu-1} + 1 = \mathfrak{k}_\nu$ und ist daher ein Glied $\mathfrak{z}_\nu$ der $\mathfrak{z}$-Folge, zu welchem ein Rest gehört, der entweder gleich Null oder kleiner als $h$ ist.

$$\text{Aus } \mathfrak{z}_\nu = \frac{\mathfrak{k}_\nu - i + \varrho}{h} = \frac{\mathfrak{k}_\nu - i}{h} + \frac{\varrho}{h}$$

und $\frac{\varrho}{h} < 1$ folgt aber, da die zwei Glieder rechter Hand eine ganze Zahl zur Summe haben

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{\mathfrak{k}_\nu - i}{h} \right\| = \left\| \frac{\nu + |i| - i}{h} \right\|$$

wie oben.

Endlich findet sich aus

$$\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n$$

$$\mathfrak{k}_{n-1} = n - 1 + |i| = |h\mathfrak{z}_{n-1} + i| = |h(\mathfrak{z}_{n-1} + 1) + i| =$$
$$= |h(\mathfrak{z}_{n-1} + 2) + i| = |hb + i|,$$

somit

$$n - 1 = |hb + i| - |i| \qquad (21'')$$

und

$$\mathfrak{k}_{n-1} = |hb + i|.$$

Dass durch die Annahme $h \leqq 1$ die Gleichung (20) erfüllt ist, folgt aus

$$\mathfrak{f}(x+1) - \mathfrak{f}(x) = hx + h + i - \varrho - (hx + i - \varrho') = h - \varrho + \varrho' \leqq 1$$
$$\text{oder } h \leqq 1 + \varrho - \varrho' \qquad -1 < \varrho - \varrho' < 1.$$

Beispiele.

$$\alpha.\ \mathfrak{f}(u) = u^m, \mathfrak{y}(u) = u^r;\ 0 \leqq a \leqq \mathfrak{z}_1.$$

Zufolge (5) ist

$$(m+1) \sum_{\nu=a}^{b} \nu^m (|h\nu + i|)^r = \mathbf{B}_{m+1}(b+1)(|bh + i|)^r -$$
$$\mathbf{B}_{m+1}\left(\left\|\frac{1 + |i| - i}{h}\right\|\right)(1 + |i|)^r + (|ah + i|)_r\, \mathbf{B}_{m+1}\left[\left(\left\|\frac{1 + |i| - i}{h}\right\|\right)\right.$$
$$\left. - B(a)\right] - \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathbf{B}_{m+1}\left(\left\|\frac{\sigma + 1 + |i| - i}{h}\right\|\right) \cdot$$
$$[(\sigma + 1 + |i|)^r - (\sigma + |i|)^r] \qquad (22)$$

Für den besonderen Fall

$$m = o,\ r - 1,\ a = o,\ b = c - 1,\ h = \frac{1}{c} \text{ ist}$$

$$S = \sum_{\nu=0}^{c-1} \left| i + \frac{\nu}{c} \right| = c \left| i + 1 - \frac{1}{c} \right| - \sum_{\sigma=0}^{n-2} (c\sigma + c + c\,|i| - |ci|),$$

und

$$n - 1 = \left| i + \frac{c-1}{c} \right| - \left| i \right| = \left| 1 + \varrho - \frac{1}{c} \right|,\ \varrho = i - \left| i \right|;$$

es sind nun zwei Fälle zu unterscheiden:

a) $\varrho < \frac{1}{c}$, $n - 1 = 0, n - 2 = -1$, die rechtsseitige Summe entfällt daher und

$$S = c \left| 1 + \left| i \right| + \varrho - \frac{1}{c} \right| = c \left| i \right| = \left| ci \right|;$$

denn es ist

$$|ci| = |c\,|i| + c\varrho| = c\,|i| \text{ wegen } c\varrho < 1;$$

b) $\varrho > \frac{1}{c}$, $n - 1 = 1$, $n - 2 = 0$, die rechtsseitige Summe besteht nur aus einem einzigen Gliede und

$$S = i + c\,|i| - (c + c\,|i| - |ci|) = |ci|,$$

folglich in jedem Falle

$$S = |ci|$$

übereinstimmend mit einer bekannten Formel von Hermite.

Ein anderer bemerkenswerter Spezialfall ist

$$m = 0,\ r = 1,\ i = 0,\ k = \frac{r}{s},\ r \backsim s,$$

wofür

$$\mathfrak{f}_\nu = \nu,\ \mathfrak{z}_\nu = \left\| \nu \frac{s}{r} \right\|,\ n - 1 = \left| b \frac{r}{s} \right|,\ \mathfrak{x}(u) = u \text{ und}$$

$$\sum_{\nu=1}^{b} \left| \nu \frac{r}{s} \right| = (b + 1) \left| b \frac{r}{s} \right| - \sum_{\sigma=1}^{n-1} \left\| \sigma \frac{s}{r} \right\| \qquad (23)$$

Wird ferner $b = s - 1$ angenommen, so ist, wenn

a) $r < s$, $\left| b\frac{r}{s} \right| = \left| (s-1)\frac{r}{s} \right| = \left| r - \frac{r}{s} \right| = r - 1$,

$$\left\| \sigma \frac{s}{r} \right\| = \left| \sigma \frac{s}{r} \right| + 1$$

$$\sum_{\nu=1}^{s-1} \left| \nu \frac{r}{s} \right| + \sum_{\sigma=1}^{r-1} \left| \sigma \frac{s}{r} \right| = (r-1)(s-1)$$

ebenfalls in Übereinstimmung mit einer Hermite'schen Formel.

b) $r > s$, $\left| (s-1)\frac{r}{s} \right| = r - \left| \frac{r}{s} \right| - 1 = n - 1$,

$$\sum_{\nu=1}^{s-1} \left| \nu \frac{r}{s} \right| + \sum_{\sigma=1}^{r - \left| \frac{r}{s} \right| - 1} \left| \sigma \frac{s}{r} \right| = \left| \left( r - \left| \frac{r}{s} \right| - 1 \right) (s-1) \right|,$$

woraus wegen

$$\sum_{\nu=1}^{s-1} \left| \nu \frac{r}{s} \right| = \frac{1}{2}(r-1)(s-1)$$

$$\sum_{\sigma=1}^{r - \left| \frac{s}{r} \right| - 1} \left| \sigma \frac{s}{r} \right| = (s-1)\left( \frac{r-1}{2} - \left| \frac{r}{s} \right| \right) \tag{23'}$$

folgt.

$\beta$. $\mathfrak{x}(u) = |\sqrt[r]{u+j}|$, $j < 2^r - 1$, $\mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u)$;

$\mathfrak{x}(\nu+1) - \mathfrak{x}(\nu) = 1$ oder 0, jenachdem $\nu + 1 + j$ die Form $\tau^r$ hat oder nicht. Durch die Substitution $\nu = \tau^r - 1 - j$ werden die alten Grenzen $\nu = a = 0$, $\nu = b$ in $\tau_1 = \| \sqrt[r]{1+j} \|$ und $\tau_2 = | \sqrt[r]{b+j+1} |$ verändert. Ferner ist $g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma) = 1$ oder $= 0$, jenachdem $\sigma + 1 + |i|$, gleich einer Primzahl $p_\omega$ ist oder nicht. Wird mittels dieser Gleichung $p_\omega$ als neue Stellenvariabele in der rechtsseitigen Summe $R$ eingeführt, so erstreckt sich die Summierung auf alle nicht unter $1 + |i|$ liegenden und $|bh + i|$ nicht übertreffenden Primzahlen $p_\omega$; zufolge (5') ist dann

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A}(|h\tau^r - \mathfrak{i}_1|) = |\sqrt[r]{b+j+1}|\,\mathfrak{A}(|bh+i|) - \mathfrak{A}(|i|)\,|\sqrt[r]{j}|$$

$$-\sum_{\omega}\left|\sqrt[r]{j+\left\|\frac{p_\omega - i}{h}\right\|}\right|; \quad (24)$$

$\mathfrak{i}_1 = hj + h - i.$

**2.** $\mathfrak{f}(x) = |i - hx|,\ 0 < h \leqq 1,\ i > hx.$

Nimmt $\nu$ um eine Einheit zu, so nimmt $\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu)$ um eine Einheit ab; demnach ist $\mathfrak{f}_\nu + \nu$ constant $= \mathfrak{f}(o) + o = |i|$, daher

$$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu) = \mathfrak{f}_\nu = |i| - \nu. \quad (25)$$

Wächst $x$ in

$$\mathfrak{f}(x) = i - hx - \varrho,\ o \leqq \varrho < 1,$$

so nimmt $\varrho$ bis zu einem Gliede $\mathfrak{z}$ der $\mathfrak{z}$-Folge ab; $x_{\max}$, das grösste ein bestimmtes $\mathfrak{f}_{\nu-1}$ hervorbringendes $x$, besitzt demnach das kleinste $\varrho$. Dieses $\varrho_{\min}$ ist $< h$; denn wäre $\varrho > h$, so könnte $x$ noch um eine Einheit vergrössert werden, wäre also kein $x_{\max}$. Demzufolge ist

$$x_{\max} = \frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}}{h} - \frac{\varrho_{\min}}{h} = \left|\frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}}{h}\right|,$$

ferner

$$\mathfrak{z}_\nu = 1 + x_{\max} = 1 + \left|\frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}}{h}\right|,$$

woraus mit Rücksicht auf (25)

$$\mathfrak{z}_\nu = 1 + \left|\frac{\nu + i - |i| - 1}{h}\right|. \quad (25')$$

$$\mathfrak{z}_1 = 1$$

hervorgeht.

Die obere Grenze $n-2$ der Summe **R** ergibt sich aus

$$\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n$$

und zwar ist

$$\mathfrak{f}_{n-1} = |i| - n + 1 = |i - h(\mathfrak{z}_{n-1} + 1)| = |i - h(\mathfrak{z}_{n-1} + 2)| = \dots$$
$$\dots = |i - hb|,$$

folglich

$$n - 1 = |i| - |i - bh|, \quad (25'')$$

und

$$\mathfrak{f}_{n-1} = |\, i - bh \,|.$$

Die Annahme $h \leqq 1$ befriedigt (20); denn es ist

$$\mathfrak{f}(x+1) - \mathfrak{f}(x) = i - h(x+1) - (i - hx) - \varrho + \varrho' \leqq 1,$$

wenn

$$\varrho' - \varrho \leqq 1 + h.$$

---

$\alpha$) $f(u) = u^m$, $\mathfrak{y}(u) = u^r$; $a = 1$;

$$(m+1)\sum_{\nu=1}^{b} \nu^m (|\, i - h\nu \,|)^r = \mathbf{B}_{m+1}(b+1)(|\, i - bh \,|)^r \qquad (26)$$

$$-\sum_{\sigma=0}^{n-2} \mathbf{B}_{m+1}\left(\left|1 + \frac{\sigma + i - |\,i\,|}{h}\right|\right)[(|\,i\,| - 1 - \sigma)^r - (|\,i\,| - \sigma)^r].$$

$m = 0$, $r = 1$;

$$\sum_{\nu-1}^{b} |\, i - h\nu \,| = (b+2)\,|\, i - (b+1)h \,| - 2\,|\,i\,| - \sum_{\sigma=}^{n-2} \left|\frac{\sigma + i - |\,i\,|}{h}\right|. \quad (26')$$

$\beta$) $\mathfrak{x}(u) = |\sqrt[r]{u+j}\,|$, $j < 2 - 1$, $\mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u)$; $h + i + j = j_1$,

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A}(|\, j_1 - h\tau^r \,|) = |\sqrt[r]{b+j+1}\,|\,\mathfrak{A}(|\, i - bh \,|) - |\sqrt[r]{|\,j\,|}\,|\,\mathfrak{A}(|\,i\,|)$$

$$+ \sum_{\omega} \left|\sqrt[r]{1 + j + \left|\frac{i - 1 - p_\omega}{h}\right|}\right|. \qquad (27)$$

Grenzen von $\tau$ wie in (24); $-\sigma + |\,i\,| = p_\omega$; $p_\omega$ durchläuft alle Primzahlwerte, die nicht unter $|\,i\,|$ liegen und $|\,i - bh \,| + 1$ nicht übertreffen.

$m = o$, $r = 1$:

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A}(|\, j_1 - h\tau \,|) = |\, b + j + 1 \,|\,\mathfrak{A}(|\, i - bh \,|) - |\,j\,|\,\mathfrak{A}(|\,i\,|)$$

$$+ \sum_{\omega} \left[1 + j + \left|\frac{i - 1 - p_\omega}{h}\right|\right] \qquad (27')$$

**3.** $\mathfrak{f}(x) = \left|\dfrac{1}{hx + i}\right|$, $i$, $h < 1$, $h > o$.

Um eine Stelle $x_1$ zu ermitteln, von welcher an

$$(\text{≏}) \qquad \mathfrak{f}(x) - \mathfrak{f}(x+1) \leqq 1$$

oder

$$(\odot) \qquad \frac{1}{hx+i} - \frac{1}{hx+h+i} = 1 + \varrho - \grave{\varrho} = \sigma, \; o \leqq \varrho,$$
$$\grave{\varrho} < 1, \; o < \sigma < 2,$$

setze man die linke Seite von ($\odot$) gleich 1, wofür $\mathfrak{f}(x) - \mathfrak{f}(x-1) = 1 - \varrho + \grave{\varrho}$ d. h. zwischen 0 und 2 liegen und da es keine gebrochene Zahl ist, notwendig $= 1$ sein muss. Die einzig in Betracht kommende Wurzel dieser quadratischen Gleichung

$$h^2x^2 + (h+2i)\,hx + hi - h + i^2 = 0$$

ist

$$x = -\frac{1}{2} - \frac{i}{h} + \sqrt{\frac{1}{h} + \frac{1}{4}},$$

folglich

$$x_1 = \left| -\frac{1}{2} - \frac{i}{h} + \sqrt{\frac{1}{h} + \frac{1}{4}} \right|.$$

Um aber mittels $x_1$ das kleinste Argument $x_0 = x_1 - y$ zu erhalten, für welches die Bedingung (≏) noch erfüllt ist, hat man den grössten Wert $y$, der den Ungleichungen

$$x_1 + y > \frac{1}{h(x_1 - y) + i} > x_1 + y - 1$$

oder

$$hy^2 - iy - hx_1^2 - ix_1 + 1 < 0,$$
$$hy^2 - y(i+h) - (x_1 - 1)(hx_1 + i) + 1 > 0$$

genügt aufzusuchen.

Da $x_0 - 1$ ein $\mathfrak{f}(x_0 - 1) > \mathfrak{f}(x_0)$ entspricht, so soll

$$\mathfrak{z}_1 = x_0$$

gewählt werden.

B e i s p i e l.

$$\mathfrak{f}(x) = \left| \frac{1}{0{,}07\,x + 0{,}03} \right|, \quad x_1 = \left| -\frac{1}{2} - \frac{3}{7} + \sqrt{\frac{100}{7} + \frac{1}{4}} \right| = 2,$$
$$2 + y > \frac{1}{0{,}17 - 0{,}07\,y} > 1 + y, \quad y = o,$$

$$\text{somit } x_0 = x_1 = 2;$$

| | | | $\mathfrak{z}_1$ | $\mathfrak{z}_2$ | $\mathfrak{z}_3$ | $\mathfrak{z}_4$ | | $\mathfrak{z}_5$ | | | $\mathfrak{z}_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x=$ | 0, | 1, | 2, | 3, | 4, | 5, | 6, | 7, | . . . . . | 13, | 14 |
| $\mathfrak{f}(x)=$ | 33, | 10, | 5, | 4, | 3, | 2, | 2, | 1, | . . . . . | 1, | $o$ |

Unter der Bedingung

$$\frac{1}{i} - \frac{1}{h+i} = 1$$

oder

$$i^2 - h(1-i) = o$$

ist

$$x_0 = o.$$

Da $\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_{\nu-1} - 1$, so folgt

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_1 - \nu + 1. \tag{28}$$

Aus

$$\mathfrak{f}_{\nu-1} = \left|\frac{1}{hx+i}\right| = \frac{1}{hx+i} - \varrho, \quad o \leqq \varrho < 1$$

ergibt sich ferner

$$x = \frac{1}{h\mathfrak{f}_{\nu-1} + h\varrho} - \frac{i}{h}.$$

Im allgemeinen entsprechen mehrere $x$ demselben Funktionswert $\mathfrak{f}_{\nu-1}$. Je grösser $x$ desto kleiner $\frac{1}{hx+i}$, desto kleiner daher auch die diesen $x$ zugeordneten Reste $\varrho$. Dem grössten $x$ entspricht demnach der kleinste Rest $\leqq o$; andererseits ist aber

$$x_{\max} \leqq \frac{1}{h\mathfrak{f}_{\nu-1}} - \frac{i}{h}.$$

folglich ist

$$x_{\max} = \left|\frac{1}{h\mathfrak{f}_{\nu-1}} - \frac{i}{h}\right|.$$

Dem um Eins vermehrten $x_{\max}$ entspricht aber ein um Eins vermindertes $\mathfrak{f}_{\nu-1}$, ist daher ein Glied $\mathfrak{z}_\nu$ der $\mathfrak{z}$—Folge; demnach gilt

$$\mathfrak{z}_\nu = \left|\frac{1}{h\mathfrak{f}_{\nu-1}} - \frac{i}{h}\right| + 1$$

oder mit Beachtung von (28)

$$\mathfrak{z}_\nu = \left| \frac{1}{h(\mathfrak{k}_1 + 2 - \nu)} - \frac{i}{h} \right| + 1, \tag{28'}$$

$$\mathfrak{z}_1 = x_0.$$

Endlich folgt aus

$$\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n$$

und (28)

$$\mathfrak{k}_{n-1} = \mathfrak{k}_1 - n + 2 = \left| \frac{1}{h\mathfrak{z}_{n-1} + i} \right| = \left| \frac{1}{h(\mathfrak{z}_{n-1} + 1) + i} \right| \cdots$$
$$= \left| \frac{1}{hb + i} \right|,$$

woraus

$$n - 2 = \mathfrak{k}_1 - \left| \frac{1}{hb + i} \right| \tag{28''}$$

und

$$\mathfrak{k}_{n-1} = \left| \frac{1}{hb + i} \right|$$

hervorgeht.

$\alpha$) $\mathfrak{f}(u) = u^m$, $\mathfrak{y}(u) = u^r$, $a = 1$;

$$(m+1) \sum_{\nu=1}^{b} \nu^m \left( \left| \frac{1}{h\nu + i} \right| \right)^r = \mathbf{B}_{m+1}(b+1) \left( \left| \frac{1}{hb + i} \right| \right)^r -$$
$$- \mathbf{B}_{m+1} \left( \left| \frac{1}{h(\mathfrak{k}_1 + 1)} - \frac{i}{h} \right| + 1 \right) . \left( \mathfrak{k}_1^r - \left| \frac{1}{2} \right|^r \right) +$$
$$+ \sum_{\sigma=1}^{n-} \mathbf{B}_{m+1} \left[ \left| \frac{1}{h(\mathfrak{k}_1 + 1 - \sigma)} - \frac{i}{h} \right| + 1 \right]. \tag{29}$$

$m = 0$, $r = 1$:

$$\sum_{\nu=0}^{b} \left| \frac{1}{h\nu + i} \right| = b \left| \frac{1}{hb + i} \right| - \left| \frac{1}{h(\mathfrak{k}_1 + 1)} - \frac{i}{h} \right| \left( \mathfrak{k}_1 - \left| \frac{1}{i} \right| \right)$$
$$+ \sum_{\sigma=1}^{n-2} \left| \frac{1}{h(\mathfrak{k}_1 + 1 - 0)} - \frac{i}{h} \right| + \mathfrak{k}_1 - 1. \tag{29'}$$

$\beta$) $\mathfrak{x}(u) = \left| \sqrt[r]{u + j} \right|$, $\mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u)$: $a = \mathfrak{z}_1$, $h_1 = h + hj - i$, $j < 2 - 1$.

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A}\left(\left|\frac{1}{h\tau^r - h_1}\right|\right) = \left|\sqrt[r]{b+j+1}\right| \mathfrak{A}\left(\left|\frac{1}{bh+i}\right|\right)$$

$$-\mathfrak{A}(\mathfrak{k}_1)\left|\sqrt[r]{j+1+\left|\frac{1}{h(\mathfrak{k}_1+1)}+\frac{i}{h}\right|}\right| +$$

$$+\sum_{\omega}\left|\sqrt[r]{j+1+\left|\frac{1}{hp_\omega}-\frac{i}{h}\right|}\right|. \qquad (30)$$

Grenzen von $\tau$ wie in (24);

$$\mathfrak{k}_1 \leqq p_\omega \leqq \left|\frac{1}{hb+i}\right|.$$

**4.** $\mathfrak{f}(x) = \left|\frac{1}{i-hx}\right|, i, h < 1, i > hx.$

Um eine Stelle $x_1$ zu bestimmen, bis zu welcher

$$\Delta x \equiv \mathfrak{f}(x) - \mathfrak{f}(x-1) = \frac{1}{i-hx} - \frac{1}{i+h-hx} - \varrho + \varrho',$$
$$0 \leqq \varrho, \varrho' < 1$$

noch $= 1$ und $\Delta_{x+1} >$ ist, setze man analog wie in (3)

$$\frac{1}{i-hx} - \frac{1}{i+h-hx} = 1, \qquad (\text{※})$$

wofür $\Delta x = 1 - \varrho + \varrho'$, also $0 < \Delta x < 2$ ist. Hieraus folgt aber, der $\Delta x$ eine ganze Zahl ist, dass $\Delta x = 1$ sein muss. Die Auflösung der Gleichung (※) oder

$$h^2 x^2 - hx(2i+h) + i^2 + ih - h = 0 \qquad (\text{○})$$

ergibt, da nur die kleinere Wurzel in Betracht kommt

$$x_1 = \left|\frac{i}{h} + \frac{h}{2} - \sqrt{\frac{1}{h} + \frac{1}{4}}\right|.$$

Mittels $x_1$ findet sich das grösste Argument $x_0 = x_1 + y$, für welches obige Bedingung noch erfüllt ist aus

$$x_1 + y < \frac{1}{i - h(x_1+y)} < x_1 + y + 1$$

oder

$$\begin{cases} hy^2 + (2\,hx_1 - i)\,y + hx_1{}^2 - ix_1 + 1 > 0 \\ hy^2 + (2\,hx_1 - i)\,y + hx_1{}^2 - ix_1 + 1 - (i - hx_1) < 0, \end{cases}$$

indem man die grösste, beiden Ungleichungen genügende Zahl $y$ aufsucht.

Die obere Grenze $b$ ist der Bedingung

$$b \leqq x_0$$

unterworfen.

Damit $x_0$ gleich dem grössten, noch ein positives $\mathfrak{f}$ erzielendes Argument, also $= \left|\frac{i}{h}\right|$ wird, ist das Bestehen der aus ()·() für $x = \left|\frac{i}{h}\right|$ hervorgehenden Gleichung

$$h^2 \left|\frac{i}{h}\right|^2 - h \left|\frac{i}{h}\right| (2\,i + h) + i^2 + ih - h = 0$$

erforderlich. —

Aus

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_{\nu-1} + 1 \text{ und } \mathfrak{f}\,(0) = \left|\frac{1}{i}\right|$$

folgt ferner

$$\mathfrak{f}_\nu = \left|\frac{1}{i}\right| + \nu. \tag{31}$$

Die Gleichung

$$\mathfrak{f}_{\nu-1} = \frac{1}{i - hx} - \varrho$$

hat im Allgemeinen mehrere Wurzeln $x$ und da $\mathfrak{f}\,(x)$ mit zunehmenden $x$ grösser wird, so folgt, dass auch der Rest $\varrho$ zunimmt. Es entspricht daher der grössten Wurzel $x_{\max}$ der grösste Rest $\varrho$ und der kleinsten, die identisch mit einem Gliede $\mathfrak{z}_\nu$ der $\mathfrak{z}$-Folge ist, der kleinste Rest. Wegen $\varrho < 1$ und wenn $\varrho > 0$ ist dann

$$x_{\max} < \frac{i}{h} - \frac{1}{(\mathfrak{f}_{\nu-1} + 1)\,h}$$

d. h. gleich der grössten im rechtsseitigen Ausdruck enthaltenen ganzen Zahl, oder weil $\mathfrak{f}_{\nu-1} + 1 = \mathfrak{f}_\nu$ und $1 + x_{\max} = \mathfrak{z}_\nu$

$$\mathfrak{z}_\nu = 1 + \left|\frac{i}{h} - \frac{1}{\mathfrak{f}_\nu h}\right|.$$

Ist aber $\varrho = 0$, so kommt

$$\mathfrak{z}_\nu = \frac{i}{h} - \frac{1}{\mathfrak{f}_\nu h},$$

daher in jedem Falle

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{\mathfrak{f}_\nu h} \right\| = \left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{h\left(\left|\frac{1}{i}\right| + \nu\right)} \right\|. \qquad (31')$$

Aus

$$\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n$$

folgt endlich

$$\mathfrak{f}_{n-1} = \left| \frac{1}{i - \mathfrak{z}_{n-1} h} \right| = \left| \frac{1}{i - (\mathfrak{z}_{n-1} + 1) h} \right| = \left| \frac{1}{i - (\mathfrak{z}_{n-1} + 2) h} \right| \cdots$$
$$= \left| \frac{1}{i - bh} \right|,$$

daher mit Rücksicht auf (31')

$$n - 1 = \left| \frac{1}{i - bh} \right| - \left| \frac{1}{i} \right|. \qquad (31'')$$

$\alpha$) $f(u) = u^m$, $\mathfrak{y}(u) = u^r$, $a = 0$;

$$(m+1) \sum_{\nu=1}^{b} \nu^m \left[\left| \frac{1}{i - h\nu} \right|\right]^r = \mathbf{B}_{m+1}(b+1) \left(\left| \frac{1}{i - bh} \right|\right)^r$$
$$- \sum_{\sigma=0}^{n-2} \mathbf{B}_{m+1} \left(\left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{h\left(\left|\frac{1}{i}\right| + \sigma\right)} \right\|\right) \left[\left(\left|\frac{1}{i}\right| + 1\right)^r - \left(\left|\frac{1}{i}\right|\right)^r\right]. \qquad (32)$$

$m = 0$, $r = 1$:

$$\sum_{\nu=0}^{b} \left| \frac{1}{i - h\nu} \right| = (b+1) \left| \frac{1}{i - bh} \right| - \sum_{\sigma=0}^{n-2} \left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{h\left(\sigma + \left|\frac{1}{i}\right|\right)} \right\|. \qquad (32')$$

$\beta$) $\mathfrak{x}(u) = |\sqrt[r]{u+j}|$, $j < 2^r - 1$, $\mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u)$, $i + hj + h = h_1$;

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A}\left(\left| \frac{1}{h_1 - h\tau^r} \right|\right) = |\sqrt[r]{b+j+i}|\, \mathfrak{A}\left(\left| \frac{1}{i - hb} \right|\right) - |\sqrt[r]{j}|\, \mathfrak{A}\left(\left| \frac{1}{i} \right|\right)$$
$$- \sum_{w} \left| \sqrt[r]{j + \left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{hp_\omega} \right\|} \right|; \qquad (33)$$

Grenzen von $\tau$ wie in (24); $\left|\frac{1}{i}\right| + 1 \leqq p_\omega \leqq \left|\frac{1}{i - bh}\right|$.

$$5.\ \mathfrak{f}(x) = \left|\sqrt[r]{hx + i}\right|;\ \text{wenn } i < 0 : hx \geqq i.$$

Im allgemeinen ist die Bedingung (20), d. i.

$$\left|\sqrt[r]{h(x+1)+i}\right| - \left|\sqrt[r]{hx + i}\right| \leqq 1$$

nur für Argumente $x$, die nicht unter einer gewissen Zahl $x_0$ liegen, erfüllt. Die Ermittlung derselben ist identisch mit der Lösung der Aufgabe:

»Es ist die kleinste Variabele $x_0$ zu bestimmen, für welche die arithmetische Reihe

$$hx_0 + i,\ h(x_0 + 1) + i,\ h(x_0 + 2) + i, \ldots$$

so beschaffen ist, dass zwischen benachbarten Gliedern höchstens eine $r^{\text{te}}$ Potenz liegt.«

Um dies zu ermöglichen, ermittle man die kleinste Zahl $q_0$, für welche die Differenz der arithmetischen Reihe der $r^{\text{ten}}$ Potenzen, deren Anfangsglied $\left(\left|\sqrt[r]{i}\right| + 1\right)^r$ ist, nämlich

$$(q+1)^r - q^r = \binom{r}{1} q^{r-1} + \binom{r}{2} q^{r-2} + \ldots + \binom{r}{r-1} q + 1 \geqq h$$

ausfällt. Es muss dann

$$hx_1 + i \geqq q_0{}^r$$

sein, woraus sich eine Zahl

$$x_1 = \left\| \frac{q_0^r - i}{h} \right\| \tag{34}$$

ergibt, welche die Eigenschaft besitzt, das für alle $x \geqq x_1$ die Bedingung (20) erfüllt ist; $x_1$ ist jedoch im Allgemeinen nicht die kleinste Zahl $x_0$ dieser Art. Zur Kenntnis dieser Grösse $x_1 - y = x_0$ führen aber die Ungleichungen

$$(q - y + 1)^r > h(x_1 - y) + i > (q - y)^r,$$

die für alle $r < 5$ allgemein aufgelöst werden können.

B e i s p i e l. Es sei

$$\mathfrak{f}(x) = |\sqrt{47\,x + 37}\,|, \quad \|\sqrt{37}\,\| = 7,$$

$$(q+1)^2 - q^2 = 2\,q + 1 \geqq 47, \quad q_0 \geqq 23,$$

$$47\,x_1 + 37 \geqq 23^2, \quad x_1 = \left\|\frac{492}{47}\right\| = 11,$$

$$(23 - y + 1)^2 > 47\,(11 - y) + 37 > (23 - y)^2$$

oder

$$y^2 - y + 22 > 0, \quad y^2 + y - 25 < 0;$$

$$y = |-0{,}5 + \sqrt{25{,}25}\,| = 4,$$

somit

$$x_0 = x_1 - 4 = 7;$$

| | | | | | | | | $\mathfrak{z}_1$ | $\mathfrak{z}_2$ | $\mathfrak{z}_3$ | $\mathfrak{z}_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x =$ | 0, | 1, | 2, | 3, | 4, | 5, | 6, | 7, | 8, | 9, | 10, ... |
| $\mathfrak{f}(x) =$ | 6, | 9, | 11, | 13, | 15, | 16, | 17, | 19, | 20, | 21, | 22, ... |

Sehr einfach gestaltet sich die Lösung, wenn $h$ nicht grösser ist als die unterste Differenz der Reihe $1^r$, $2^r$, $3^r$, ..., also

$$h \leqq 2^r - 1;$$

es ist dann

$$x_0 = 0.$$

Für die Anfangswerte von $\mathfrak{f}$ u. $\mathfrak{z}$ hat man

*a)* $2^r - 1 < h$, $\mathfrak{f}_1 = \mathfrak{f}(x_0)$, $\mathfrak{z}_1 = x_0$;

*b)* $2^r - 1 \leqq h$, $\mathfrak{f}_1 = \mathfrak{f}(o) + 1 = \left|\sqrt[r]{i}\right| + 1$ und $\mathfrak{z}_1$ ist die kleinste Zahl, welche die Gleichung $\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_1) = \left|\sqrt[r]{i}\right| + 1$ befriedigt.

Ferner besteht

$$\mathfrak{f}_\nu = \nu + \mathfrak{f}_1 - 1 \tag{35}$$

Der Gleichung

$$\mathfrak{f}_{\nu-1} = \left|\sqrt[r]{hx + i}\right| = \sqrt[r]{hx + i} - \varrho, \quad 0 \leqq \varrho < 1,$$

entsprechen im Allgemeinen mehrere Wurzeln

$$x = \frac{(\mathfrak{f}_{\nu-1} + \varrho)^r - i}{h};$$

je grösser $\varrho$ desto grösser $x$ und umgekehrt; dem grössten $x$, $x_{\max}$, entspricht der grösste Rest. Da $\varrho < 1$, so besteht

$$x_{\max} < \frac{(\mathfrak{f}_{\nu-1} + 1)^r - i}{h} = \frac{\mathfrak{f}_\nu{}^r - i}{h}$$

und

$$1 + x_{\max} = \mathfrak{z}_\nu < \frac{\mathfrak{k}_\nu^{\,r} - i}{h} + 1.$$

Andererseits ist aber

$$\mathfrak{k}_\nu^{\,r} \leqq h\mathfrak{z}_\nu + i$$

folglich

$$\mathfrak{z}_\nu \geqq \frac{\mathfrak{k}_\nu^{\,r} - i}{h};$$

demnach besteht

$$\frac{\mathfrak{k}_\nu^{\,r} - i}{h} \leqq \mathfrak{z}_\nu < \frac{\mathfrak{k}_\nu^{\,r} - i}{h} + 1.$$

Da nun $\mathfrak{z}_\nu$ eine ganze Zahl ist, so folgt

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{\mathfrak{k}_\nu^{\,r} - i}{h} \right\| = \left\| \frac{(\nu + \mathfrak{k}(\mathfrak{z}_1) - 1)^r - i}{h} \right\|. \qquad (35')$$

Endlich ist

$$\mathfrak{k}_{n-1} = \left| \sqrt[r]{h\mathfrak{z}_{n-1} + i} \right| = \left| \sqrt[r]{hb + i} \right|,$$

demnach

$$n - 2 = \left| \sqrt[r]{bh + i} \right| - \mathfrak{k}_1. \qquad (35'')$$

$\alpha$) $f(u) = u^m$, $\mathfrak{y}(u) = u^s$, $a = u_0$;

$$(m+1)\sum_{\nu=1}^{b} \nu^m \left(\left|\sqrt[r]{h\nu + i}\right|\right)^s = \mathbf{B}_{m+1}(b+1)\left(\left|\sqrt[r]{bh+i}\right|\right)^s$$
$$- \mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)\left[\mathfrak{k}_1^{\,s} - \left|\sqrt[r]{i}\right|^s\right] - \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathbf{B}_{m+1}\left(\left\|\frac{\mathfrak{k}_1^{\,r} - i}{h}\right\|\right)\left[(\sigma + \mathfrak{k}_1)^s\right.$$
$$\left. - (\sigma + \mathfrak{k}_1 - 1)^s\right]. \qquad (36)$$

$$m = o,\ s = 1:$$

$$\sum_{\nu=1}^{b} \left|\sqrt[r]{h\nu + i}\right| = (b+1)\left|\sqrt[r]{bh+i}\right| - \mathfrak{z}_1\left[\mathfrak{k}_1 - \left|\sqrt[r]{i}\right|\right] -$$
$$- \sum_{\sigma=1}^{n-2} \left\| \frac{\mathfrak{k}_1^{\,r} - i}{h} \right\|; \qquad (36')$$

$\beta$) $\mathfrak{x}(u) = |ku + l|$, $\mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u)$,
$f(\nu) = |k(\nu+1) + l| - |k\nu + l| = 1$, wenn $\nu + 1 = \mathfrak{z}'\tau$, d. i.

einem Gliede der der Funktion $\mathfrak{x}$ entsprechenden $\mathfrak{z}$-Folge, also zufolge (21')

$$(\odot) \ldots \nu = \left\| \frac{\tau + |l| - l}{k} \right\| - 1, \text{ im anderen Falle aber} = 0.$$

$g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma) = \mathfrak{A}(\sigma + \mathfrak{f}_0) - \mathfrak{A}(\sigma - 1 + \mathfrak{f}_0) = 1$ oder 0, jenachdem $\sigma + \mathfrak{f}_0$ die Form $p_\omega$ besitzt oder nicht; demnach ist

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A} \left| \sqrt[r]{h \left\| \frac{\tau + |l| - l}{k} \right\| - h + i} \right| = \left| (b+1)k + l \right| \mathfrak{A}(bk + l)$$
$$- \left| k \left\| \frac{\mathfrak{f}_1^r - i}{h} \right\| + l \right| \mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1) + \mathfrak{A}\left( \left| \sqrt[r]{i} \right| \right) \left( \left| k \left\| \frac{\mathfrak{f}_1^r - i}{h} \right\| + l \right| - |l| \right)$$
$$- \sum_\omega \left( \left| k \left\| \frac{p_\omega^r - i}{h} \right\| + l \right| \right) \tag{37}$$

Die Grenzen von $\tau$ bestimmen sich aus $(\odot)$ u. zwar sind $\tau_1$, $\tau_2$ die ganzzahligen Lösungen von

$$\left\| \frac{\tau_1 + |l| - l}{k} \right\| = 2 \text{ bezwe.} \left\| \frac{\tau + |l| - l}{k} \right\| = b + 1.$$

In der Summe rechter Hand durchläuft $p_\omega$ alle nicht unter $1 + \mathfrak{f}_0$ liegenden und $1 + \left| \sqrt[r]{bh + i} \right|$ nicht übertreffenden Primzahlen $p_\omega$.

**6.** $\mathfrak{f}(x) = \left| \sqrt[r]{i - hx} \right|, i > 0, i > hx, b \leqq \left| \frac{i}{h} \right|.$

Die Bedingung (20) d. i.

$$\left| \sqrt[r]{i - hx} \right| - \left| \sqrt[r]{i - h(x+1)} \right| \leqq 1 \tag{☿}$$

ist im Allgemeinen nur für solche Argumente $x$ erfüllt, die eine gewisse Zahl $x_0$ übertreffen. Um dieselbe zu bestimmen verfährt man wie im vorigen Abschnitte (5) und sucht eine Zahl $q_0$, die der Bedingung

$$(q+1)^r - q^r = rq^{r-1} + \binom{r}{2} q^{r-2} + \ldots + \binom{r}{r-1} q + 1 \leqq h$$

genügt. Aus

$$i - hx_1 \leqq q_0^r$$

findet sich dann eine Zahl

$$x_1 = \left| \frac{i - q_0^r}{h} \right| \tag{38}$$

von der Beschaffenheit, dass für alle $x \geqq x_1$ die Ungleichung (☿) befriedigt wird. Mit Hilfe dieser Grösse ist man nun im Stande die kleinste (☿) genügende Variabele $x_0 = x_1 + y$ aus

$$(q - y)^r > i - h(x_1 + y) \geqq (q - y - 1)^r \tag{38'}$$

zu ermitteln.

$x_0$ ist zugleich eine Grenze, welche $b$ nicht übertreffen darf. — Im Falle

$$h \leqq 2^r - 1$$

ist $x_0$ gleich dem grössten Argument $x$, das noch einen positiven Funktionswert hervorbringt d. i.

$$x_0 = |\sqrt[r]{i}|.$$

Zwischen $\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu) \equiv \mathfrak{f}_\nu$ und dem Index $\nu$ besteht die Beziehung

$$\mathfrak{f}_\nu + \nu = \mathfrak{f}(0) + 0,$$

daher

$$\mathfrak{f}_\nu = \left| \sqrt[r]{i} \right| - \nu. \tag{39}$$

Die Gleichung

$$\mathfrak{f}_{\nu-1} = \left| \sqrt[r]{i - hx} \right| = \sqrt[r]{i - hx} - \varrho, \quad 0 \leqq \varrho < 1,$$

hat im Allgemeinen mehrere Wurzeln $x$, die um so grösser sind je kleiner $\varrho$ ist; dem kleinsten $\varrho$ entspricht das grösste $x$:

$$x_{\max} = \frac{i - (\mathfrak{f}_{\nu-1} + \varrho_{\min})^r}{h}.$$

Dem um Eins vermehrten $x_{\max}$ entspricht bereits ein $\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_{\nu-1} - 1$ somit

$$1 + x_{\max} = \frac{i - (\mathfrak{f}_\nu + \varrho_{\min})^r}{h} = \frac{i - (\mathfrak{f}_{\nu-1} - 1 + \varrho_{\min})^r}{h} =$$

$$= \frac{i - (\mathfrak{f}_{\nu-1} - \sigma)^r}{h}, \; 0 < \sigma \leqq 1,$$

$$\text{und da } \sigma > 0, \text{ so ist } 1 + x_{\max} > \frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}^r}{h}.$$

Andererseits ist aber für $\varrho = 0$

$$x_{\max} \overline{\overline{<}} \frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}^r}{h},$$

folglich

$$1 + x_{\max} = \mathfrak{z}_\nu > \frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}^r}{h} \geqq x_{\max},$$

demnach

$$\mathfrak{z}_\nu = 1 + \left| \frac{i - \mathfrak{f}_{\nu-1}^r}{h} \right|$$

oder, mit Beachtung von (39)

$$\mathfrak{z}_\nu = 1 + \left| \frac{i - (|\sqrt[r]{i}| - \nu + 1)^r}{h} \right| \tag{40}$$

und

$$\mathfrak{z}_1 = 1 + \left| \frac{i - (|\sqrt[r]{i}|)^r}{h} \right|. \tag{40'}$$

Endlich findet sich aus

$$\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n,$$

$$\mathfrak{f}_{n-1} = |\sqrt[r]{i}| - n + 1 = |\sqrt[r]{i - h\mathfrak{z}_{n-1}}| = |\sqrt[r]{i - h(\mathfrak{z}_{n-1} + 1)}| = \ldots$$

$$\ldots = |\sqrt[r]{i - hb}| \tag{40''}$$

mithin

$$n - 1 = |\sqrt[r]{i}| - |\sqrt[r]{i - hb}|. \tag{41}$$

$a)$ $f(u) = u^m$, $\mathfrak{y}(u) = u^s$, $a = 1$, $b \leqq x_0$;

$$(m+1) \sum_{\nu=1}^{b} \nu^m (|\sqrt[r]{i - h\nu}|)^s = B_{m+1}(b+1)(|\sqrt[r]{i - hb}|)$$

$$- \sum_{\sigma=0}^{n-2} B_{m+1} \left[ 1 + \left| \frac{i - (|\sqrt[r]{i}| - \sigma)^r}{h} \right| \right] [(|\sqrt[r]{i}| - \sigma - 1)^s - (|\sqrt[r]{i}| - \sigma)^s]. \tag{42}$$

$m = 0$, $s = 1$:

$$\sum_{\nu=1}^{e}\left|\sqrt[r]{i-h\nu}\right| = (b+1)\left|\sqrt[r]{i-hb}\right| + \sum_{\sigma=0}^{n-2}\left[1+\left|\frac{i-(|\sqrt[r]{i}|-\sigma)^{r}}{h}\right|\right]$$

$$= b\left|\sqrt[r]{i-hb}\right| + |\sqrt[r]{i}| + \sum_{\sigma=0}^{n-2}\left|\frac{i-(|\sqrt[r]{i}|-\sigma)^{r}}{h}\right|. \qquad (43)$$

$$\beta)\quad \mathfrak{x}(u) = \left|\frac{1}{ku+j}\right|,\quad \mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u),\ a = x_a\,;$$

$$f(\nu) = \mathfrak{x}(\nu+1) - \mathfrak{x}(\nu) = \left|\frac{1}{k\nu+k+j}\right| = \left|\frac{1}{k\nu+j}\right| = -1 \text{ oder } = 0,$$

jenachdem $\nu$ gleich einem Gliede $\mathfrak{z}'_\tau = \left|\frac{1}{k(\mathfrak{f}'_1+2-\tau)} - \frac{j}{k}\right| + 1$ (siehe 28′) der der Funktion $\mathfrak{x}(\nu)$ zugeordneten $\mathfrak{z}$-Folge ist oder nicht; $g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma) = \mathfrak{A}(|\sqrt[r]{i}| - \sigma - 1) - \mathfrak{A}(|\sqrt[r]{i}| - \sigma) = -1$ oder $=0$, jenachdem $|\sqrt[r]{i}| - \sigma$ eine Primzahl $p_\omega$ ist oder nicht; folglich

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2}\mathfrak{A}\left(\left|\sqrt[r]{i-h-h\left|\frac{1}{k(\mathfrak{f}'_1+2-\tau)}-\frac{j}{k}\right|}\right|\right)$$

$$= -\left|\frac{1}{kb+k+j}\right|\mathfrak{A}(|\sqrt[r]{i-bh}|) + \left|\frac{1}{k\mathfrak{z}_1+j}\right|\mathfrak{A}(|\sqrt[r]{i}|-1)$$

$$-\mathfrak{A}(x_0)\left[\left|\frac{1}{k\mathfrak{z}_1+j}\right| - \left|\frac{1}{kx_0+j}\right|\right] - \sum_{\omega}\left|\frac{1}{k\left|\frac{i-(p_\omega+1)^r}{h}\right|+k+j}\right|. \qquad (44)$$

Die Grenzen von $\tau$ bestimmen sich aus

$$\left|\frac{1}{k(\mathfrak{f}'_1+2-\tau_1)} - \frac{j}{k}\right| = 0,\quad \left|\frac{1}{k(\mathfrak{f}'_1+2-\tau_2)} - \frac{j}{k}\right| = b-1\,;$$

die rechtsseitige Summierung erstreckt sich über alle nicht unter $|\sqrt[r]{i}| - 1$ liegenden und $1 + |\sqrt[r]{i-hb}|$ nicht übertreffenden Primzahlen $p_\omega$.

Bezüglich $\mathfrak{f}'_1$ und $x_0$ siehe Abschnitt 3.

---

## II.

Eine besondere Art Relationen zwischen Summen von Potenzen von aus »grössten Ganzen« gebildeten Ausdrücken ergibt sich aus (5) durch die Einsetzung

$$\mathfrak{x}(\nu) = e^{\xi(\nu)x}, \quad g^{(\nu)} = \mathfrak{y}[\mathfrak{f}(\nu)] = e^{\eta(\nu)x}.$$

Man erhält zunächst

$$\sum_{\nu=a}^{b}(e^{\xi(\nu+1)x} - e^{\xi(\nu)x})e^{\eta(\nu)x} + \sum_{\sigma=1}^{n-2}(e^{\eta_{\sigma+1}x} - e^{\eta_\sigma x})e^{\xi_{\sigma+1}x} =$$
$$= e^{[\xi(b+1)+\eta_{n-1}]x} - e^{(\xi_1+\eta_1)x} + e^{\eta(a)x}(e^{\xi_1 x} - e^{\xi(a)x}), \tag{45}$$

wo

$$\xi_\sigma = \xi(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)}), \quad \eta_\sigma = \eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)})$$

und $\mathfrak{z}_{\sigma+1}^{(\eta)}$ das $(\sigma+1)^{\text{te}}$ Element der der Funktion $\eta\ (\nu)$ entsprechenden $\mathfrak{z}$-Folge bedeutet.

Hieraus geht durch Gleichsetzung der Koëffizienten der beliebigen Potenz $x^r$ die allgemeine für jedes positive ganzzahlige $r$ gültige Relation

$$\sum_{\nu=a}^{b}\{[\xi(\nu+1) + \eta(\nu)]^r - [\xi(\nu) + \eta(\nu)]^r\} + \sum_{\sigma=1}^{n-2}\{(\xi_{\sigma+1} + \eta_{\sigma+1})^r -$$
$$- (\xi_{\sigma+1} + \eta_\sigma)^r\} = [\xi(b+1) + \eta_{n-1}]^r - (\xi_1 + \eta_1)^r +$$
$$+ [\xi_1 + \eta(a)]^r - [\xi(a) + \eta(a)]^r, \tag{46}$$

hervor.

Eine bemerkenswerte einfache Form nimmt diese an, wenn $\xi$ und $\eta$ Funktionen $f$ sind, die sich der Eigenschaft erfreuen, dass

$$f(t+1) - f(t) \equiv \triangle = \pm 1 \text{ oder} = 0 \tag{47}$$

ist, jenachdem $t + 1 = \mathfrak{z}_\tau$ ist oder nicht.

Für

$$\nu + 1 = \mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} \tag{47'}$$

ist dann

$$e^{\xi(\nu+1)x} - e^{\xi(\nu)x} = \varepsilon\, e^{\xi(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)}-1)x}(e^x - 1), \tag{48}$$

wo $\varepsilon = \pm 1$, jenachdem $\xi$ eine zu- oder abnehmende Funktion ist.

Eine weitere Folge von (47) ist die, dass auch

$$\Delta = \eta(\mathfrak{z}_{\sigma+1}^{(\eta)}) - \eta(\mathfrak{z}_{\sigma}^{(\eta)}) = \varepsilon_1 = \pm 1,$$

jenachdem $\eta$ zu- oder abnehmend ist und zwar für jeden Wert von $\sigma$.

Denn verfolgt man den Verlauf von $\eta(\nu)$ von $\nu = a$ angefangen, so tritt für jedes $\mathfrak{z}$, welches das Argument $\nu$ annimmt, eine Vermehrung oder Verminderung des Funktionswertes ein, die zufolge (47) höchstens eine Einheit beträgt. Hieraus ist zu schliessen, dass $\eta(\mathfrak{z}_{\sigma}^{(\eta)}) \equiv \eta_{\sigma}$ bezüglich $\sigma$ linear ist, woraus $\Delta = \varepsilon_1$ folgt. Es ist demnach

$$e^{\eta_{\sigma+1}x} - e^{\eta_{\sigma}x} = \varepsilon_1 e^{\eta_{\sigma}x}(e^x - 1). \tag{49}$$

Indem man die Resultate (48) und (49) in (45) einführt, sodann den gemeinsamen Faktor $e^x - 1$ des linkseitigen Ausdrucks auf die rechte Seite schafft und wieder die Koëffizienten der Potenz $x^r$ gleichstellt, so ergibt sich schliesslich

$$\varepsilon \sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} [\xi(\mathfrak{z}_{\tau}^{(\xi)} - 1) + \eta(\mathfrak{z}_{\tau}^{(\xi)} - 1)]^r + \varepsilon_1 \sum_{\sigma=1}^{n-2} [\xi(\mathfrak{z}_{\sigma+1}^{(\eta)}) + \eta(\mathfrak{z}_{\sigma}^{(\eta)})]^r =$$
$$= \frac{1}{r+1} \{\mathbf{B}_{r+1}[\xi(b+1) + \eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)})] - \mathbf{B}_{r+1}[\xi(\mathfrak{z}_1^{(\eta)}) + \eta(\mathfrak{z}_1^{(\eta)})] +$$
$$+ \mathbf{B}_{r+1}[\xi(\mathfrak{z}_1^{(\eta)}) + \eta(a)] - \mathbf{B}_{r+1}[\xi(a) + \eta(a)]\}, \tag{50}$$
$$r > 1.$$

Die neuen Grenzen $\tau_1$, $\tau_2$ der ersten Summe bestimmen sich aus (47'), und zwar ist

$$\mathfrak{z}_{\tau_1-1}^{(\xi)} < a + 1 < \mathfrak{z}_{\tau_1}^{(\xi)}, \quad \mathfrak{z}_{\tau_2+1}^{(\xi)} > b + 1 > \mathfrak{z}_{\tau_2}^{(\xi)}.$$

Ist $a = \mathfrak{z}_1^{(\eta)}$, so entfallen die letzten zwei Glieder rechter Hand, und ist $a = \mathfrak{z}_0^{(\eta)}$, so kann das zweite und das dritte Glied unter das zweite Summenzeichen gesetzt und die untere Grenze $\sigma = 0$ genommen werden.

Zu den einfachsten der die Eigenschaft (47) besitzenden Funktionen gehören die im I. Abschnitte 1 bis 6 behandelten

»grössten Ganzen«, für welche dort die notwendigen Bestimmungsstücke: $\mathfrak{k}_\nu$, $\mathfrak{z}_\nu$ und $n$ ermittelt wurden.

## Einige besondere Fälle.

$\alpha$) $\xi(t)=t$, $\eta(t)=|ht+i|$, (I, 1), $a=0$; $\eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)})=\sigma+|i|$ (21), $\eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)})=|hb+i|$ (21''); $\xi(\nu+1)-\xi(\nu)=1$ für jeden Wert von $\nu$, daher $\tau=\nu$, somit zufolge (50)

$$\sum_{\nu=0}^{b}[\nu+|h\nu+i|]^r+\sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[\left\|\frac{\sigma+1+|i|-i}{h}\right\|+\sigma+|i|\right]^r=$$
$$=\frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}(b+1+|hb+i|)-\mathbf{B}_{r+1}\left(\left\|\frac{1+(i)-i}{h}\right\|+1+|i|\right)+\right.$$
$$\left.+\mathbf{B}_{r+1}\left(\left\|\frac{1+|i|-i}{h}\right\|+|i|\right)-\mathbf{B}_{r+1}(|i|)\right\}. \qquad (51)$$

$\beta$) $\xi(t)=\mathfrak{A}(t)$, $\eta(t)=|ht+i|$, $a=0$, $\nu+1=p_\tau$; $\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)}=p_\tau$, $\xi(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)}-1)=\mathfrak{A}(p_\tau-1)=\tau-1$; $p_{\tau_1}$ ist $=1$ und $p_{\tau_2}$ die grösste $b+1$ nicht übertreffende Primzahl;

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2}[\tau-1+|h(p_\tau-1)+i|]^r+\sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[\mathfrak{A}\left(\left\|\frac{\sigma+|i|-i+1}{h}\right\|\right)+\sigma+|i|\right]^r=$$
$$=\frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}(\mathfrak{A}(b+1)+|hb+i|)-\mathbf{B}_{r+1}\left(\mathfrak{A}\left\|\frac{|i|-i+1}{h}\right\|+|i|+1\right)\right.$$
$$\left.+\mathbf{B}_{r+1}\left(\left\|\frac{1+|i|-i}{h}\right\|+|i+h|\right)-\mathbf{B}_{r+1}(1+|h+i|)\right\}. \qquad (52)$$

$\gamma$) $\xi(t)=t$, $\eta(t)=|i-ht|$, $a=0$; $\mathfrak{z}_1=1$, $\eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)})=|i|-\sigma$, (25); $\eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)})=|i-bh|$, (25'');

$$\sum_{\nu=0}^{b}[\nu+|i-h\nu|]^r-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[1+\left|\frac{\sigma+i-|i|}{h}\right|+|i|-\sigma\right]^r=$$
$$=\frac{1}{r+1}\{\mathbf{B}_{r+1}(b+1+|i-bh|)-\mathbf{B}_{r+1}(|i|)\}+(|i|)^r. \qquad (53)$$

$\delta$) $\xi(t)=\mathfrak{A}(t)$, $\eta(t)=|i-ht|$, $a=1$;

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} [\tau - 1 + |i - h(p_\tau - 1)|]^r - \sum_{\sigma=1}^{n-2} \left[\mathfrak{A}\left(1 + \left|\frac{\sigma+i-|i|}{h}\right|\right) + |i| - \sigma\right]^r =$$
$$= \frac{1}{r+1}\{\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{A}(b+1) + |i - bh|] - \mathbf{B}_{r+1}(|i|)\}. \qquad (54)$$

In der ersten Summe durchläuft $p_\tau$ alle $b+1$ nicht übertreffenden Primzahlen.

$\varepsilon$) $\xi(t) = t, \quad \eta(t) = \left|\frac{1}{ht+i}\right|, \quad a = \mathfrak{z}_1 = t_0$ (S. I, 3)

$\eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)}) = \eta_1 + 1 - \sigma$ (28), $\eta_1 = \left|\frac{1}{ht_0+i}\right|, \quad \eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)}) = \left|\frac{1}{hb+i}\right|$;

(28″) $n - 2 = \eta_1 - \left|\frac{1}{hb+i}\right|, \quad \mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)} = \left|\frac{1}{h(\eta_1+2-\sigma)} - \frac{i}{h}\right| + 1$ (28′);

$$\sum_{\nu=t_0}^{b}\left[\nu + \left|\frac{1}{h\nu+1}\right|\right]^r - \sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[\left|\frac{1}{h(\eta_1+1-\sigma)} - \frac{i}{h}\right| + \eta_1 + 2 - \sigma\right]^r =$$
$$= \frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}\left(b + 1 + \left|\frac{1}{hb+1}\right|\right) - \mathbf{B}_{r+1}(t_0 + \eta_1)\right\}. \qquad (55)$$

$\zeta$) $\xi(t) = \mathfrak{A}(t), \quad \eta(t) = \left|\frac{1}{ht+i}\right|; \quad a = \mathfrak{z}_1 = t_0;$

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2}\left[\tau - 1 + \left|\frac{1}{h(p_\tau - 1) + i}\right|\right]^r -$$
$$- \sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[\mathfrak{A}\left(\left|\frac{1}{h(\eta_1+1-\sigma)} - \frac{i}{h}\right| + 1\right) + \eta_1 + 1 - \sigma\right]^r =$$
$$= \frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}\left[\mathfrak{A}(b+1) + \left|\frac{1}{hb+i}\right|\right] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{A}(t_0) + \eta_1]\right\}. \qquad (56)$$

In der ersten Summe nimmt $p_\tau$ alle nicht unter $\mathfrak{z}_1 + 1$ liegenden und $b+1$ nicht übertreffenden Primzahlwerte an.

$\eta$) $\xi(t) = t, \quad \eta(t) = \left|\frac{1}{i - ht}\right|, \quad a = 0; \quad i > h, \quad i > ht; \quad b \leqq t_0;$

$\eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)}) = \sigma + \left|\frac{1}{i}\right|$, (31); $\quad \eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)}) = \left|\frac{1}{i - bh}\right|$, (31″); $\quad n - 1$ $= \left|\frac{1}{i - bh}\right| - \left|\frac{1}{i}\right|, \quad \mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)} = \left\|\frac{i}{h} - \frac{1}{h\left|\frac{1}{i}\right| + \sigma}\right\|$ (31′);

$$\sum_{\nu=0}^{b}\left[\nu+\left|\frac{1}{i-h\nu}\right|\right]^r+\sum_{\sigma=0}^{n-2}\left[\left\|\frac{i}{h}-\frac{1}{h\left|\frac{1}{i}\right|+\sigma+1}\right\|+\left|\frac{1}{i}\right|+\sigma\right]^r=$$

$$=\frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}\left(b+1+\left|\frac{1}{i-bh}\right|\right)\right.$$

$$\left.-\mathbf{B}_{r+1}\left(\left\|\frac{i}{h}-\frac{1}{h\left|\frac{1}{i}\right|+1}\right\|+\left|\frac{1}{i}\right|+1\right)-\mathbf{B}_{r+1}\left(\left|\frac{1}{i}\right|\right)\right\}. \quad (57)$$

$\vartheta$) $\xi(t)=\mathfrak{A}(t)$, $\eta(t)=\left|\frac{1}{i-ht}\right|$, $a=0$, $b\leqq x_0$;

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2}\left[\tau-1+\left|\frac{1}{i-h(p_\tau-1)}\right|\right]^r+$$

$$+\sum_{\sigma=0}^{n-2}\left[\mathfrak{A}\left(\left\|\frac{i}{h}-\frac{1}{h\left(\left|\frac{1}{i}\right|+\sigma+1\right)}\right\|\right)+\left|\frac{1}{i}\right|+\sigma\right]^r=$$

$$=\frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}\left(\mathfrak{A}(b+1)+\left|\frac{1}{i-bh}\right|\right)\right.$$

$$\left.-\mathbf{B}_{r+1}\left[\mathfrak{A}\left(\left\|\frac{i}{h}-\frac{1}{h\left(\left|\frac{1}{i}\right|+1\right)}\right\|\right)+\left|\frac{1}{i}\right|+1\right]-\mathbf{B}_{r+1}\left(\left|\frac{1}{i}\right|\right)\right\}. \quad (58)$$

Erstere Summierung erstreckt sich über alle $b+1$ nicht übertreffenden Primzahlen $p_\tau$.

$\iota$) $\xi(t)=t$, $\eta(t)=\left|\sqrt[s]{ht+i}\right|$, $a=t_0=\mathfrak{z}_1$, $\eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)})=\sigma+\eta_1-1$, (35), $\eta_1=\eta(\mathfrak{z}_1)=\eta(t_0)$; $\eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)})=\left|\sqrt[s]{bh+i}\right|$, $n-2=\left|\sqrt[s]{bh+i}\right|-\eta_1$, (35''); $\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)}=\left\|\frac{(\sigma+\eta_1-1)^s-i}{h}\right\|$, (35');

$$\sum_{\nu=\mathfrak{z}_1}^{b}[\nu+|\sqrt[s]{h\nu+i}|]^r+\sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[\left\|\frac{(\sigma+\eta_1)^s-i}{h}\right\|+\eta_1-1+\sigma\right]^r=$$

$$=\frac{1}{r+1}\{\mathbf{B}_{r+1}(b+1+|\sqrt[s]{bh+i}|)-\mathbf{B}_{r-1}(\mathfrak{z}_1+\eta_1)\}. \quad (59)$$

$\varkappa$) $\xi(t)=\mathfrak{A}(t)$, $\eta(t)=\left|\sqrt[s]{ht+i}\right|$, $a=\mathfrak{z}_1$;

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2}[\tau-1+|\sqrt[s]{h(p_\tau-1)+i}|]^r+$$

$$+\sum_{s=1}^{n-2}\left[\mathfrak{A}\left(\left\|\frac{(\sigma+\eta_1)^s-i}{h}\right\|\right)+\sigma+\eta_1-1\right]^r=$$

$$=\frac{1}{r+1}\{\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{A}(b+1)+|\sqrt[s]{bh+i}|)-\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_1)+\eta_1]\}; \quad (60$$

Grenzen von $p_\omega$ wie in (56).

$\lambda)\ \xi(t)=t, \eta(t)=\left|\sqrt[s]{i-ht}\right|, a=\mathfrak{z}_1;\ \eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)})=\left|\sqrt[s]{i}\right|-\sigma,$ (39)

$\eta\ (\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)})=\left|\sqrt[s]{i-bh}\right|$, (40″); $\mathfrak{z}_\sigma=1+\left|\dfrac{i-(|\sqrt[s]{i}|-\sigma+1)^s}{h}\right|$, (40)

$\mathfrak{z}_1=1+\left|\dfrac{i-|\sqrt[s]{i}|^s}{h}\right|$, (40′);

$$\sum_{\nu=\mathfrak{z}_1}^{b}\left[\nu+|\sqrt[s]{i-h\nu}|\right]^r-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[1+\left|\frac{i-(|\sqrt[s]{i}|-\sigma)^s}{h}\right|+|\sqrt[s]{i}|-\sigma\right]^r=$$

$$=\frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}\left(b+1+|\sqrt[s]{i-hb}|\right)-\mathbf{B}_{r+1}\left(\mathfrak{z}_1+|\sqrt[s]{i}|-1\right\}. \quad (61)$$

$\mu)\ \xi(t)=\mathfrak{A}(t),\ \eta(t)=|\sqrt[s]{i-ht}|,\ a=\mathfrak{z}_1;$

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2}\left[\tau-1+|\sqrt[s]{i-h(p_\tau-1)}|\right]^r-$$

$$-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\left[\mathfrak{A}\left(1+\left|\frac{i-(|\sqrt[s]{i}|-\sigma)^s}{h}\right|\right)+|\sqrt[s]{i}|-\sigma\right]^r=$$

$$=\frac{1}{r+1}\left\{\mathbf{B}_{r+1}\left(\mathfrak{A}(b+1)+|\sqrt[s]{i-hb}|\right)-\right.$$

$$\left.-\mathbf{B}_{r+1}\left(\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_1)+|\sqrt[s]{i}|-1\right)\right\}. \quad (62)$$

Grenzen von $\tau$ wie in (60).

In dem besonderen Falle

$$\xi(t) = \eta(t)$$

besteht die Möglichkeit der Summierung der in der Transformations-Gleichung (50) auftretenden zwei Reihen. Da die Summierung der Potenzreihen mittels

$$\sum_{\lambda=1}^{z} \lambda^r = \frac{1}{r+1} \mathsf{B}_{r+1}(z+1),$$

$$\sum_{\lambda=0}^{z} (2\lambda+1)^r = \frac{1}{r+1} \{\mathsf{B}_{r+1}(2z+2) - 2^r \mathsf{B}_{r+1}(z+1)\}, \quad r > 1,$$

bewirkt wird, so entstehen Relationen zwischen Bernoullischen Funktionen ($r > 1$).

Im Nachfolgenden sind diese für einige besondere Fälle, wo sich die neuen Grenzen $\tau_1$, $\tau_2$ aus den alten $a$, $b$ durch Formeln bestimmen lassen, abgeleitet.

$\nu$) $\xi(t) = \eta(t) = \mathfrak{f}(t) = |ht+i|$, $h \leqq 1$, $i \gtreqless 0$, $0 \leqq a \leqq \mathfrak{z}_1$. $\nu+1 = \mathfrak{z}_\tau$; zufolge (21) ist $\tau = \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau) - |i| = \mathfrak{f}(\nu+1) - |i|$, folglich $\tau_1 = \mathfrak{f}(a+1) - |i|$, $\tau_2 = \mathfrak{f}(b+1) - |i|$.

Ferner ist $\xi(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1) = \eta(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1) = \mathfrak{f}_\tau - 1 = \tau + |i| - 1$, $\xi(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)}) = \sigma + |i|$, $\xi(\mathfrak{z}_{\sigma+1}^{(\eta)}) = \sigma + 1 + |i|$, $\xi(\mathfrak{z}_1) = \eta(\mathfrak{z}_1) = |i| + 1$, $\eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)}) = \mathfrak{f}(b)$; somit nach Unterdrückung des gemeinsamen Faktors $\dfrac{1}{r+1}$ wegen

$$\sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} (\tau + |i| 1)^r = \sum_{\lambda=\mathfrak{f}(a+\;)-1}^{\mathfrak{f}(b+1)-1} \lambda^r, \quad \sum_{\sigma=1}^{n-2} (2\sigma + 2|i| + 1)^r = \sum_{\lambda=1+|i|}^{\mathfrak{f}(b)-1} (2\lambda+1)^r$$

zufolge (50)

$$\begin{aligned} 2^r \{\mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)] - \mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b)] - \mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a+1) - 1] + \\ + \mathsf{B}_{r+1}(|i|+1)\} = \mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1) + \mathfrak{f}(b)] - \mathsf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(b)] + \\ + \mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a) + |i| + 1] - \mathsf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(a)]. \end{aligned} \tag{63}$$

$\xi$) $\mathfrak{f}(t) = \xi(t) = \eta(t) = \left|\dfrac{1}{ht+i}\right|$, $i$, $h < 1$, $a = \mathfrak{z}_1 = t_0$, $\nu + 1 = \mathfrak{z}_\tau$, $\tau = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau) = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(\nu+1)$ (28), $\tau_1 = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(t_0 + 1)$,

$\tau_2 = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(b+1)$; $\quad \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1) = \mathfrak{f}_\tau + 1 = \mathfrak{f}_1 - \tau + 2$;
$(\mathfrak{z}_\sigma) = \mathfrak{f}_1 - \sigma + 1$ (28), $\quad \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_1) = \mathfrak{f}_1 = \mathfrak{f}(t_0)$, $\quad \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_{n-1}) = \mathfrak{f}(b)$,
$n - 1 = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(b)$ (28″);

$$2^r \sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} (\mathfrak{f}_1 - \tau)^r = 2^r \sum_{\lambda=\mathfrak{f}(a+1)+1}^{\mathfrak{f}(b+1)+1} \lambda^r, \quad \sum_{\sigma=1}^{n-2} (2\mathfrak{f}_1 - 2\sigma + 1)^r = \sum_{\lambda=\mathfrak{f}_1-1}^{\mathfrak{f}(b)} (2\lambda+1)^r;$$

$$\begin{aligned}2^r \{ \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)+2] + \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b)+1] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(t_0+1)+1] \\ - \mathbf{B}_{r+1}(\mathfrak{f}_1 - 1)\} = \mathbf{B}_{r+1}[2\,\mathfrak{f}(b)+2] + \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)+\mathfrak{f}(b)] \\ - \mathbf{B}_{r+1}(2\mathfrak{f}_1 - 2) - \mathbf{B}_{r+1}(2\mathfrak{f}_1). \qquad (64)\end{aligned}$$

*o)* $\mathfrak{f}(t) = \xi(t) = \eta(t) = |\sqrt[s]{ht+i}|$, $\nu + 1 = \mathfrak{z}_\tau$,
$\tau = \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau) - \mathfrak{f}_1 + 1 = \mathfrak{f}(\nu+1) - \mathfrak{f}_1 + 1$ (s. 35), $\tau_1 = \mathfrak{f}(a+1) - \mathfrak{f}_1 + 1$,
$\tau_2 = \mathfrak{f}(b+1) - \mathfrak{f}_1 + 1$, $\quad \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\tau - 1) = \mathfrak{f}_\tau - 1 = \tau + \mathfrak{f}_1 - 2$;
$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\sigma) = \sigma + \mathfrak{f}_1 - 1$, $\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_{n-1}) = \mathfrak{f}(b)$, $n - 2 = \mathfrak{f}(b) - \mathfrak{f}_1$, (s. 35″);

$$2^r \sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} (\tau + \mathfrak{f}_1 - 2)^r = 2^r \sum_{\lambda=\mathfrak{f}(a+1)-1}^{\mathfrak{f}(b+1)-1} \lambda^r; \quad \sum_{\sigma=1}^{n-2} (2\sigma + 2\mathfrak{f}_1 - 1) = \sum_{\lambda=\mathfrak{f}_1}^{\mathfrak{f}(b)-1} (2\lambda+1)^r;$$

$$\begin{aligned}2^r \{ \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a+1)-1] + \mathbf{B}_{r+1}(\mathfrak{f}_1)\} = \\ = \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1) + \mathfrak{f}(b)] - \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(b)] + \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a) + \mathfrak{f}_1] \\ - \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(a)]. \qquad (65)\end{aligned}$$

Die aus den Annahmen $\mathfrak{f}(t) = |i - ht|$, $\left|\frac{1}{i-ht}\right|$, $|\sqrt[s]{i-ht}|$ fliessenden Resultate unterscheiden sich von den Relationen (63), (64) und (65) nicht wesentlich.

*π)* $\mathfrak{f}(t) = \xi(t) = \eta(t) = \mathfrak{A}(t)$;

$$\begin{aligned}2^{r-1}\{\mathbf{B}_r[\mathfrak{A}(b+1)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{A}(b)]\} = \mathbf{B}_r[\mathfrak{A}(b+1) + \mathfrak{A}(b)] \\ - \mathbf{B}_r[2\mathfrak{A}(b)], \qquad (66)\end{aligned}$$

$$r > 0.$$

Diese Gleichung bleibt richtig, wenn $\mathfrak{A}(z)$ mit $\mathfrak{Q}_k(z)$, d. i. der Anzahl der $k^{\text{te}}$ potenzfreien Zahlen $\leqq z$, vertauscht wird.

IV.

# Eine neue Psylla und eine neue Rhinocola aus Surinam.

Dr. **Karel Šulc.**
Michalkowitz bei Ostrau, Mähren.

(Mit 2 Textfiguren.)

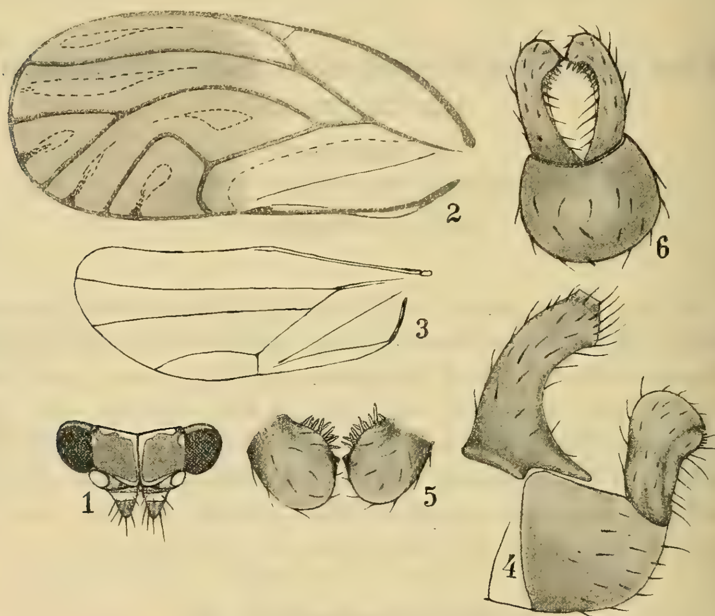
In den Materialien des Königlich Zoologischen Museums in Berlin, die mir zur Bestimmung, eventuell zur Bearbeitung zugesandt wurden, fand ich unter anderem auch zwei neue Psylloden aus Surinam vor, also einem Gebiete, von dem bisher keine Blattläuse bekannt waren; da die Arten in einer Anzahl von Exemplaren vorhanden waren, konnte die Beschreibung ziemlich eingehend ausgeführt werden und ich bringe im folgenden die Diagnosen zur Kenntnis.

## Psylla surinamensis n. sp.

(Tab. 1, Fig. 1—6.)

Kopf.-Scheitel flach, hinten mäßig ausgeschnitten, ohne die Augen 0·40 *mm*, mit den Augen 0·50 *mm* breit, 0·17 *mm* in der Mittellinie lang, die hinteren Punktaugen in den Hinterecken, die Vorderecken etwas verschmälert und leicht nach unten geneigt. — Fühler 1·07 *mm* lang (Länge der einzelnen Glieder in 0·00 *mm* ist = 5, 5, 14, 12, 11, 15, 15, 15, 8, 7) nirgends besonders aufgetrieben, fadenförmig; Fühlergruben nach außen und oben gerichtet, nicht besonders geräumig. — Stirnkegel sind kurz, nur 0·08 *mm* lang, kegelförmig, am Gipfel abgerundet, mit parallel verlaufenden Achsen, mäßig nach unten geneigt, behaart. — Fär-

bung: Scheitel ist hell orangerot, die Ränder (auch die Ränder der Mittellinie entlang) kontinuierlich oder verschieden unregelmäßig zerrissen, schmal, rein weiß. — Stirnkegel orangerot, unweit von der Basis mit kreideweißem, schmalem, cirkulärem Rande. — Fühler: die ersten zwei Glieder gelbrot, die übrigen gelbrot, an den Enden mehr oder weniger gebräunt, die zwei letzten Glieder ganz pechschwarz.




**1. Psylla surinamensis n. sp.**
1. Kopf von oben. — 2. Vorderflügel. — 3. Hinterflügel. — 4. ♂ Genitalsegment, Kopulationszange und Analsegment von der Seite. — 5. Ende der Kopulationszange von oben und vorn. — 6. ♂ Genitalsegment und Kopulationszange von hinten.

Thorax: Grundfarbe weiß, die Zeichnung hell orangerot, ausgedehnt, entwickelt, sodaß von dem weißen Grunde nur schmale Streifen zur Wahrnehmung gelangen, und die rotgelbe Farbe vorherrschend ist. Chitin ist fein gerunzelt.

Vorderflügel ist 1·40 *mm* lang, 0·60 *mm* beträgt die größte Breite etwa in der Mitte der *cell. Cu*1; der Vorderrand ist fast gleichmäßig gebogen, der Hinterrand fast gerade, das Flügelende breit, fast gleichmäßig abgerundet.

der breit abgerundete Flügelgipfel liegt in der Insertion von $M1+2$. — Flügeladern: $C+Sc$ fast gleichmäßig gebogen, $R1$ sehr kurz, bald mit dem Stigmalrand verschmelzend, endigt schon etwas vor der Insertion von $Cu2$, $Rs$ leicht wellenförmig, endigt über der Insertion von $M3+4$ (eher etwas hinter derselben), $M$ gleichmäßig gekrümmt, kürzer, endigt etwas vor der Insertion von $Cu1$; $M1+2$, $M3+4$ fast gleich lang, leicht gekrümmt, $Cu1$ lang, am Gipfel plötzlich und kräftig gekrümmt, $Cu2$ leicht gebogen, vor der Insertion stärker gekrümmt. — Färbung der Adern: hellgelblich. — Flügelmembran: ist dünnhäutig, wasserhell, nur in dem äußeren Drittel leicht angeraucht, namentlich an den Adern; in der Mitte des *margo cell.* $M1+2$, $M$ und $Cu1$, dann an der Klavusspitze ist je ein kleiner schwarzer Fleck; die anliegenden Stücke der Flügelränder sind auch gebräunt. — Oberflächedornen: bilden in den *cell.* $R1$, $Rs$, $M$, $M1+2$ und $Cu1$ abortive, schmale Gruppen, *cell.* $C+Sc$ ist dornenfrei, *cell.* $Cu$ etwas mehr bedornt; überall finden sich breite, dornenlose Streifen den Adern entlang vor. — Die Marginaldornengruppen der Unterseite sind in den *cell.* $M1+2$, $M$ und $Cu1$ gut entwickelt; sie sind schmal und hoch; in der *cell.* $Rs$ finden sich hier nur einige unregelmäßig zerstreute Dornen; die Oberflächedornen stehen in unregelmäßigen Quadraten auf cca. 0·01 *mm* voneinander. — Stigma ist klein, dreieckförmig, dünnhäutig, weiter nach außen erscheint es nur als etwas verdickte Randader.

Hinterflügel ist 1 *mm* lang und an der breitesten Stelle 0·40 *mm* breit. Die äußere Hälfte ist allmählich von hinten nach vorn breit abgerundet, die Adern sind bleich, die *A*-Zelle etwas angeraucht.

Beine hell orange rotgelb.

Abdomen hell orange rotgelb, die Tergite mit weißen, schmalen Rändern.

♂ Körperende. — Genitalsegment von der Seite, an den trockenen Insekten betrachtet, nach unten und hinten abgegrenzt, oben leicht wellenförmig, 0·25 *mm* lang, 0·15 *mm* hoch, zerstreut, kurz behaart, hell orange gelbrot. — Kopulationszange: von der Seite schuppenförmig,

gerade, 0·16 *mm* hoch, oben am breitesten, d. i. 0·10 *mm*, nach unten etwas verschmälert, der vordere und hintere Umriß sind leicht wellenförmig, der Gipfel ist breit, fast kreisförmig, von vorn nach hinten abgerundet, hinten in einen kurzen, scharfwinkligen Schnaben auslaufend; unter diesem Schnabel hebt sich der Hinterrand merklich kragenartig auf; der Kragen ist oben abgerundet und zwischen ihm und dem Schnabel bildet sich ein seichter Einschnitt. — Von oben: das breite Zangenende ist kreisbogenförmig von vorn nach hinten abgerundet, und endigt mit einer kurzspitzigen warzenförmigen Zacke; der Hinterrand unter der Zacke ist kragenartig aufgehoben und geht allmählich in die Zacke über; der Einschnitt, den wir bei der Ansicht von oben beschrieben haben, ist nur ein Trugbild der Perspektive und existiert in Wirklichkeit nicht. — Von hinten: die Zangenäste sind breit, fast überall gleich, nur am Ende etwas erweitert, sie neigen mit dem letzten Drittel zur Mittellinie und endigen mit der Zacke; der innere Umriß der geschlossenen Zange ist länglich herzförmig, der äußere im großen ganzen ein nach oben sich erweiterndes 0. — Zerstreute Haare bedecken die Oberfläche, am hinteren Umriße und auf der Innenfläche werden sie länger; außerdem begegnen wir auf der kragenförmigen Erweiterung unter der Zacke mehreren (cca. 10) starken, ziemlich stattlichen und mittellangen Dornen, die bei allen drei Ansichten zur Sicht kommen. — Orangerotgelb, die Zacke ist schwarz. — A n a l s e g m e n t ist 0·20 *mm* hoch, in der Mitte der Höhe am schmälsten, d. i. 0·05 *mm*, gegen das Ende etwas erweitert, dann am Gipfel gerade abgestutzt; unten und hinten läuft das Segment in einen langen, schmal zipfelförmigen Lappen allmählich aus. — Zerstreute Behaarung, orange gelbrote Farbe. — A n u s nicht abgesetzt.

♀ ist unbekannt.

K ö r p e r l ä n g e 1·90—2 *mm* (♂), gemessen bis zum Ende der geschlossenen Flügel.

N ä h r p f l a n z e, L e b e n s w e i s e, L a r v e n sind unbekannt.

V o r k o m m e n: nur aus einer Lokalität in 4 Exemplaren (alle waren ♂) bekannt.

Georgr. Verbreitung: Paramaribo, Surinam im Oktober und November 1907 in Gesellschaft von *Rhinocola incisa* Šulc gefunden; coll. des Königl. Zoologischen Museums in Berlin. — Höchstwahrscheinlich unausgefärbt.

Bemerkung. — *Psylla surinamensis* ist eine gute, ausgeprägte Art; durch Form der Kopulationszange ähnelt sie etwas unserer pal. *Ps. nigrita* Zet. Die Verlängerung des unteren, hinteren Teiles des Analsegmentes ist, soweit mir bekannt, unter den *Psylla*-Arten alleinstehend und dürfte noch mit anderen Merkmalen (Form des Stigmas etc.) einmal einen subgenerischen Charakter bilden; unsere heutigen Kenntnisse über den ganzen *gn. Psylla* sind jedoch so dürftig, daß vorzeitige Bildung von *sbgn.* nur zu Verwirrungen führen würde, wie wir das leider an gn. *Trioza* eben erlebt haben.

## Rhinocola incisa n. sp.

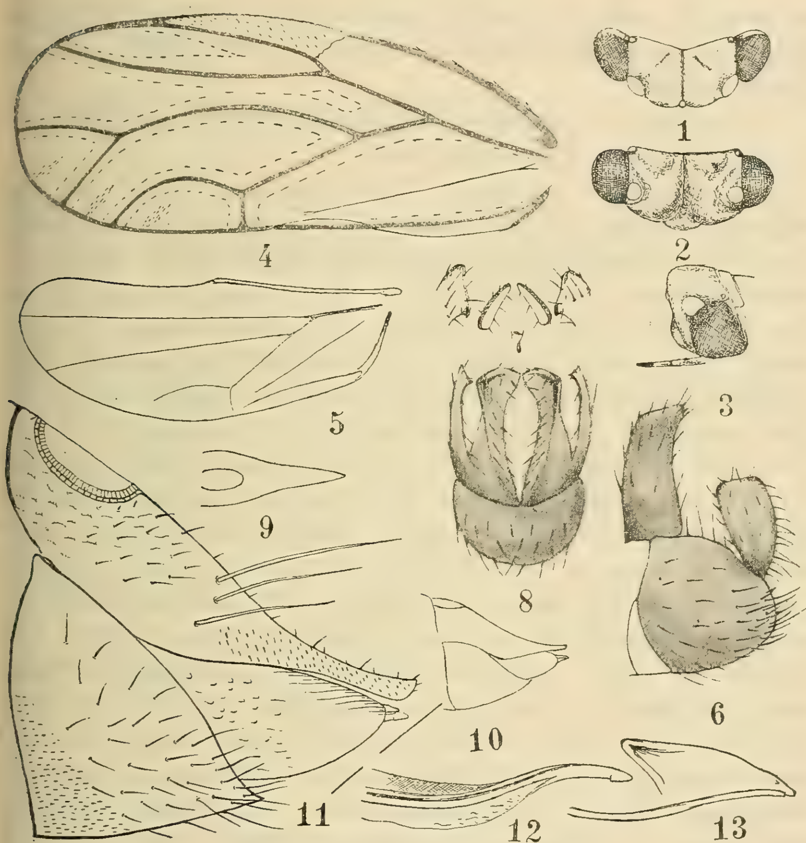
(Tab. 2. Fig. 1—13.)

Kopf.-Scheitel 0·30 *mm*, samt den Augen 0·50 *mm* breit, hinten mäßig ausgeschnitten, in der Mittellinie 0·16 *mm* lang, in der Mitte seiner Hälften eingedrückt, vorn abgerundet, vorgewölbt, ohne scharfe Grenze in die Stirn übergehend kahl fein gerunzelt; die hinteren Punktaugen in den Hinterecken, das vordere unpaare Punktauge nur von vorn und unter sichtbar. — Fühler 0·93 *mm* lang (Länge der einzelnen Glieder beträgt der Reihe nach in 0·00 *mm*: 4, 3, 11, 8, 10, 15, 15, 15, 7, 5), die einzelnen Glieder sind fast gleichgeformt, ihre Sinnesorgane sind einfach, nicht bedeutend her vortretend; die Fühlergruben sind klein, nach außen gerichtet, kreisrund. — Stirn gleichmäßig leicht vorgewölbt. — Stirnkegel fehlen. — Klypeus ist klein, birnförmig, wenig hervortretend. — Färbung: der ganze Kopf ist glechmäßig hell ockergelb (öfter leicht ins gründliche übergehend) ohne jedwede Zeichnung. Die Fühler haben die ersten zwei Glieder hellockergelb, das Glied 3—5 ockergelb und am Ende gebräunt, das 6 Glied in der proximalen Hälfte gelb, in der distalen gebräunt, die Glieder 7—10 pechbraun.

Thorax ist wenig vorgewölbt, kahl, etwas gröber ge-

runzelt, sodaß er als eingestochen punktiert erscheint. — Hell ockergelb, mit ockergelber, unregelmäßiger, verschwommener Zeichnung.

Vorderflügel: 1·40 *mm* lang; die größte Breite liegt am Anfang des äußeren Drittels der Länge und beträgt 0·60 *mm*. — Der Vorderrand ist fast gleichmäßig gebogen, der Hinterrand fast flach, das Flügelende ist breit abgerundet, der Flügelgipfel ist sehr schwer festzustellen, wir nehmen an, daß er sich in der Mitte des *m. cell. Rs* befindet (man kann ihn aber auch in der Insertion von $M1 + 2$ ganz gut vermuten), die vordere Hälfte des Flügelendbogens ist etwas mehr gekrümmt als die hintere; an der Insertion von $M1 + 2$ ist der Bogen deutlich abgeflacht. — Adern: $C + Sc$ ist gleichmäßig, leicht gebogen, der vordere Stigmalrand deutlich ausgebogen, $R1$ am Anfang nur kurz selbständig, dann bildet er als schwache, deutliche, selbständige Ader die hintere Grenze des Stigma, ist leicht nach vorn ausgebogen, endigt etwa über der Mitte des $Cu1$. — $Rs$ ist gleichmäßig nach hinten ausgebogen und endigt über der Insertion der $M3 + 4$; $R + M + Cu$ ist nur etwas länger als $R$, $M + Cu$ ist deutlich kürzer als $R$; $M$ ist gleichmäßig gebogen, genügend lang, sie endigt über der Insertion von $Cu1$; $M1 + 2$ und $M3 + 4$ sind gleich lang und gleichmäßig leicht gebogen; $Cu1$ ist länger, kreisbogenförmig, $Cu2$ verläuft senkrecht zum Hinterrande und ist kürzer. — Färbung der Adern: hellgelblich, die im äußeren Drittel des Flügels liegenden Aderteile haben gebräunte Rippen. — Flügelmembran: ist wasserhell. — Dornen: Oberflächedornen fehlen in der *cell.* $C + Sc$ vollständig; in der *cell.* $R1$ verschwinden sie in der proximalen Hälfte allmählich; in der *cell. Rs* sind sie über der Mitte von $M$ bis auf eine einen Dorn zählende Reihe reduziert; sonst bedecken sie alle Zellen, indem sie überall ziemlich breite, gleichmäßige, dornenlose Streifen den Adern entlang freilassen; die Dornenfelder werden nicht gegen die Ränder einzelner Zellen verschmälert; sie stehen in unregelmäßigen Quadraten auf 0·01 *mm* voneinander. — Marginaldornengruppen sind in der *cell.* $M1 + 2$, $M$ und $Cu1$ auf der unteren Seite vorhanden, sie bilden ziemlich hohe, schmale Gruppen; in der *cell. Rs* finden wir auf der Unterseite etwa in dem äußersten




**2. Rhinocola incisa n. sp.**

1. Kopf streng von oben. — 2. Derselbe etwas von vorn. — 3. Derselbe von der Seite. — 4. Vorderflügel. — 5. Hinterflügel. — 6. ♂ Genitalsegment, Kopulationszange und Analsegment von der Seite. — 7. Ende der ♂ Kopulationszange von oben. — 8. ♂ Genitalsegment und Kopulationszange von hinten. — 9. ♀ Analsegment von oben. — 10. ♀ Anal- und Genitalsegment von der Seite am trockenen Tiere. — 11. Dieselben als Präparat. — 12. Äußerer Legestachel. — 13. Innerer Legestachel.

Fünftel mehrere kleine, unregelmäßig zerstreute Dornen. — Stigma: ist am Anfang breit, dann ziemlich rasch nach außen verschmälert, dünnhäutig mit spärlichen kleinen Dörnchen besetzt, wasserhell.

Hinterflügel ist 0·00 *mm* lang, 0·00 *mm* ist die größte Breite etwa in der Mitte der Länge, *Rs* entsteht selb-

ständig, *M* und *Cu* haben gemeinsamen, kurzen Stiel; das Ende ist breit abgerundet, die Adern sind bleich, *cell. A2* leicht gelblich.

Beine sind gelblich, die Hinterschienen am Ende bedornt, unter dem Knie ohne Zahn.

♂ Körperende. — Genitalsegment von der Seite gesehen ist 0·20 *mm* lang und 0·17 *mm* hoch, nach unten und hinten bogenförmig abgegrenzt, hinten dicht, sonst zerstreut behaart, hellockergelb. — Kopulationszange: von der Seite gesehen einfach, schuppenförmig, 0·14 *mm* hoch, unten am schmälsten, dann gegen den gerade abgestutzten und an den Ecken abgerundeten Gipfel allmählich gleichmäßig, bis auf 0·07 *mm* der Breite erweitert; der vordere und der hintere Umriß sind leicht ausgebogen. Bei der Ansicht von hinten sind wir aber über den unerwarteten Bau der Zange überrascht; wir sehen, daß das, was von der Seite zur Sicht kam, nur ein Teil der Zange war, die von hinten breit und in der Mitte, der Länge nach, tief zerklüftet erscheint; dadurch ist eine jede Zangenhälfte in zwei Äste geteilt, die etwas über der Ansatzstelle ineinander übergehen; die Basis ist also gemeinschaftlich. Der von der Seite zur Sicht kommende Ast ist der äußere, der innere ist mehr nach innen gestellt und wird von dem äußeren in gewissen Stellungen des Betrachtungsobjektes vollständig verdeckt; der äußere Ast erscheint von hinten schmal, oben abgestutzt, seine hintere, obere Ecke ist kurz scharf ausgezogen; der innere Ast ist mit seiner Vorderecke nach innen und vorn zur Mittellinie, mit seiner oberen Hinterecke nach außen und hinten gedreht, seine Basis sieht nach hinten und außen; er ist unten am breitesten, nach oben allmählich verschmälert, unter dem etwas bogenförmig abgestutzten, breitgratigen Gipfel etwas erweitert; fast gleich hoch mit dem äußeren Aste. — Von oben: das Ende des äußeren Astes ist ziemlich dünn, breit, abgestutzt, hinten spitzig ausgezogen, vorn fast abgerundet rechtwinklig; das Ende des inneren Astes ist weit dicker, breit abgestutzt nach vorn etwas verschmälert, an beiden Ecken abgerundet. — Zerstreute Behaarung, auf den inneren Seiten der Äste besonders lange und reichliche Haare. — Hell ockergelbe Farbe. — Analsegment

von der Seite betrachtet 0·15 *mm* hoch, gerade, mit dem Ende leicht nach hinten geneigt, fast überall, 0·06 *mm*, gleich breit, oben gerade abgestutzt, zerstreut behaart, am Ende hinten oben sind die Haare reichlicher. — Hellockergelbe Farbe.

♀ Körperende. — Analsegment von oben gesehen ist mittellang keilförmig, hinter dem Anus etwas von den Seiten eingedrückt, allmählich zum spitzigen Ende verschmälert. — Von der Seite auf den in *KOH* ausgekochten Präparaten 0·45 *mm* lang, und 0.12 *mm* in dem Basalteile breit. — Der obere Umriß unter dem Anus ist allmählich herabfallend, kaum merklich ausgebogen, über dem Schnabel merklich, fließend, seicht eingebogen; der allmählich ausgezogene Schnabel ist etwa 0·18 *mm* lang, in der Mitte am schmälsten, unten seicht eingebogen; das Ende ist merklich breiter, von unten nach oben abgerundet, sodaß die obere, hintere Ecke des Schnabels winklig erscheint. — Haare: der Basalteil ist hinter dem Anus spärlich, zerstreut behaart; auf dem Buckelorte (ausgesprochener Buckel fehlt) finden wir 3 lange Haare; der Grat ist mit feinen, scharfen Härchen, desgleichen auch das Ende, besetzt. — Dornen: kleine, konische, spitzige Dornen bedecken die ganze Seitenfläche des Schnabels, sie fangen etwa 0·19 *mm* vom Ende an, stehen ziemlich dicht aneinander, gehen bis zum unteren Rande und bis an das Ende, wo sie entschieden kleiner werden. — Anus ist 0·11 *mm* lang, O förmig, ringsum mit einem Ring von zweireihigen Drüsenöffnungen und einem Kranz kleiner Haare. — Chitinstruktur: ziemlich glatt, nur um den Anus herum bemerkt man bei bedeutenderen Vergrößerungen kurze Reihen kleiner Dornen, die auch zu kleinen, gezähnten Reihen zusammenfließen können; der Grat des Segmentes ist glatt, ohne Struktur. — Farbe: hellockergelb. — Genitalsegment ist von der Seite: oben leicht wellenförmig, und 0·30 *mm*, unten gleichmäßig leicht ausgebogen und 0·25 *mm*, vorn leicht ausgebogen und 0·25 *mm* betragend, das Ende ist scharfwinklig, kurzspitzig, nicht ausgezogen, nicht abgesetzt. — Zerstreute Haare bedecken fast die ganze Seitenfläche, nur anfangs fehlen sie, aber je mehr nach hinten, desto reichlicher und länger werden sie; Dornen fehlen vollständig. — Chitinstruktur: glatt nur unten vorn

dichte Bedornung mit winzigen, aneinander stehenden Dörnchen. — Farbe: hell ockergelb. Äußere Legescheiden: sind groß, breit, erreichen etwa das Ende des Analsegmentes, werden nach hinten allmählich schmäler, sind am Ende abgerundet und länglich geritzt; an der Basis kommt schuppenförmige Chitinstruktur zum Vorschein. — Äußerer Legestachel ist im Unterleistenteile weich, fein geritzt, nicht bedornt, im Oberleistenteile fein karriert, das Endstück ist kurz, chitinisiert, nach oben gebogen, am Ende abgerundet, unten mit einem eingekerbten Zahne. — Innerer Legestachel ist kurz hakenförmig, 0·10 *mm*, am Ende abgestutzt abgerundet, unten mit einer schmalen Leiste, vor dem Ende mit einem winzigen Nabel.

Körpergröße ist 1·90 *mm*, gemessen bis zum Ende der geschlossenen Flügel.

Nährpflanze, Lebensweise und Larven sind unbekannt. Sie wurde im Oktober und November 1907 gefangen.

Vorkommen: nur einmal gefunden 5 ♂, 3 ♀.

Geographische Verbreitung: Surinam, Paramaribo. coll. des Königl. Zoologischen Museums Berlin.

---

V.

# Eine neue Panisopelma (Connectopelma sbgn. n.) und eine neue Trioza aus Chile.

Von Dr. **Karel Šulc,**
Michalkowitz bei Ostrau, Mähren.

(Mit 2 Tafeln.)

## 1. Panisopelma ENDERLEIN 1910, Connectopelma sbgn. n.

Gn. *Panisopelma* wurde von ENDERLEIN auf folgenden Merkmalen aufgestellt:

Stirnkegel (obzwar klein und warzenförmig) vorhanden, Flügelende breit abgerundet, $R1$ selbständig erhalten, Stigma häutig (?), breit und lang, $Rs$ mit $M1 + 2$ durch eine längere (kräftige) Querader verbunden, $R$ der $M + Cu$ gleich lang, am Hinterflügel $Rs + M$ vorhanden, Hintertibien außen unter dem Knie bedornt. ♂ Körperende unbekannt, ♀ Körperende nich näher beschrieben; unbekannt, ob gallenbildend.

Die in folgenden Zeilen beschriebene Art unterordne ich dem gn. *Panisopelma* als *Connectopelma* sbgn. n. vorläufig mit nahestehenden Merkmalen:

Stirnkegel vorhanden (kräftig entwickelt), Flügelende breit abgerundet, $R1$ in seinem stigmalen Teile mit der Stigmalhaut zum Nichtunterscheiden verschmolzen, Stigma vorhanden, schmal, derbhäutig, $Rs$ mit $M1 + 2$ in einem Berührungspunkte verschmolzen, durch keine Querader verbunden, $R$ der $M + Cu$ gleich lang, am Hinterflügel $Rs + M$ vorhanden, Hintertieben unter dem Knie vollständig unbewehrt. ♂ Körperende unbekannt. ♀ Körperende: Analsegment kahn-

förmig Genitalsegment einfach kahnförmig, Legeapparat wie beschrieben.

Sgn. *Connectopelma* verbindet gewissermaßen gn. *Panisopelma* mit g. *Phacosema* KIEFFER, dem jedoch das Stigma vollständig fehlt.

## **Connectopelma conifrons** n. sp.
(Tab. 1. Fig. 1.—7.)

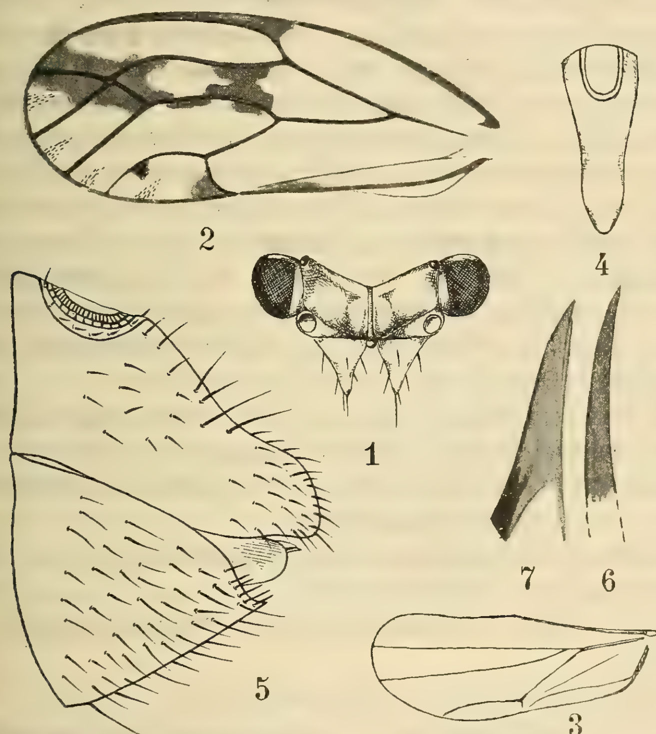
Kopf-Scheitel hinten 0·46 *mm* breit, in der Mittellinie 0·17 *mm* lang; hinten tief, auf 0·10 *mm* ausgeschnitten, mit fast kegelförmigen Hinterecken, die je ein Punktauge tragen, mit tiefer Mittellinie und abgerundeten, etwas aufgetriebenen, Vorderecken. — Fühler waren abgebrochen, bei den nahe stehenden *Phacosema gallicola* KIEFFER *Ph. guineensis* AULMANN und *Panisopelma* ENDERLEIN werden sie als lang und schlank, ohne besondere Verdickungen beschrieben. — Fühlergruben klein, rundlich. — Stirnkegel sind vorhanden, 0·16 *mm* lang, also in der Länge der Mittellinie der Stirn gleich, von breiter Basis ziemlich rasch verschmälert und in der distalen Hälfte schlank, mäßig nach unten geneigt, behaart. — Färbung: Scheitel hell rotbraun, die Vorder- und Hinterecken diffus hell gelblich; Stirnkegel hellgelblich.

Thorax: hell rotbraun mit entwickelter, begrenzter, brauner Zeichnung; am Metathorax ist das Proscutum kurz und breit, das Mesoscutum kurz; im ganzen ist der Thorax wenig vorgewölbt.

Vorderflügel: 2 *mm* lang, 0·80 *mm* ist die größte Breite, gemessen in der Mitte der *cell. Cu*1; Flügelende gleichmäßig breit abgerundet, der Flügelgipfel ist in der Mitte des *m. cell Rs ext.* gelegen. — Flügeladern: $C+Sc$ ist ziemlich lang, flach gebogen, sie endigt über dem Anfang des äußeren Drittels der $M+Cu$; $R1$ verläuft schräg nach außen zum Anfang des Stigmas, dann verschmilzt er mit demselben und büßt seine Selbständigkeit ein; $Rs$ ist leicht wellenförmig und verschmilzt über der Insertion von $Cu1$ mit $M1+2$ auf eine kurze Strecke, eigentlich nur in einem Punkte; hier ist er stark

*) Dadurch wird *cell. Rs* in zwei Zellen: *cell. Rs externa* und *cell. Rs interna* geteilt.

winklig nach hinten gekrümmt; *R* ist gerade, nur eine Spur länger als *M* + *Cu* (0'47 *mm* : 0'45 *mm*); *M* + *Cu* ist leicht nach hinten gebogen; *M* kurz, sie endigt etwas hinter der Mitte des *m. cell. Cu*1, anfangs leicht gebogen, dann in der äußeren




**1. Panisopelma, Connectopelma n. sgn., conifrons n. sp.** Šulc.

1. Kopf von oben. — 2. Vorderflügel. — 3. Hinterflügel. — 4. ♀ Abdominalsegment von oben. — 5. ♀ Abdominalsegment und Genitalsegment von der Seite (Praeparat). — 6. Äußerer Legestachel. — 7. Innerer Legestachel.

Hälfte fast gerade; *M*1 + 2 am Ende des ersten Drittels stark gekrümmt und mit dem *Rs* auf kurze Strecke verschmolzen, im weiteren Verlaufe gerade; *M*3 + 4 ist ganz gerade; *Cu* kurz, leicht nach hinten gebogen, *Cu*1 kreisbogenförmig, länger, *Cu*2 nach außen gebogen, und schräg nach innen zum Hinterrande verlaufend; er endigt knapp am Ende von *A*2; *A*2 gerade. Färbung der Adern: braun, mit tiefbraunen Rip-

pen. — Stigma ist vorhanden, gebräunt, derbhäutig, lang, allmählich verschmälert, am Anfang nicht besonders breit; es endigt über der Berührungsstelle *Rs*-*M*1 + 2. — Flügelmembran dünnhäutig, wasserhell, mit mehreren wolkigen, braunen Flecken, die folgendermaßen verteilt sind: je ein kleiner Fleck 1) am Ende *A*2, 2) an der äußeren Seite der unteren Hälfte von *Cu*2, 3) in der Mitte innen an *Cu*1, 4) ein großer Fleck umgibt das Ende von *Rs*, das durch Veschmelzung von *Rs* und *M*1 +2 gebildete Chiasma, wird dann oben unterbrochen und zieht unten, der *M* entlang, verschmälert bis zum Anfang von *M* um dann, als unregelmäßig begrenzter Streifen die *cell. Rs* durchziehend, hinten am ersten Viertel von *Rs* zu endigen. — Dornen: Oberfläche- und Unterflächedornen fehlen vollständig; Marginaldornengruppen sind in den *cell. Rs. ext.*, *M*1 + 2, *M* und $Cu_1$; sie sind mittelhoch und nehmen das mittlere Drittel der Breite für sich ein.

Hinterflügel ist am Ende breit abgerundet, die Adern sind bleich, die *A*-Zelle etwas gebräunt; *Rs* und *M* am Anfang zum kurzen Stiel *Rs* + *M* verschmolzen; *Cu* erst vom Anfang dieses Stieles ausgehend.

Beine sind gebräunt, die Hinterschienen am Anfang außen ohne Zahn, unten bedornt.

Abdomen schwarzbraun, die Verbindungsmembran rotgelb.

♂ Körperende. — ♂ unbekannt!

♀ Körperende. — ♀ Analsegment von oben gesehen ist länglich keilförmig, unter dem Anus von den Seiten leicht eingedrückt, am Ende rasch von den Seiten verschmälert und abgerundet. — Auf dem in KOH ausgekochten und im Glyzerin montierten Präparate ist der obere Umriß 0·45 *mm* lang, allmäglich nach hinten herabfallend, unter dem Anus etwas ausgebogen; dann in der Mitte eingebogen u. vor dem Ende stark ausgebogen; die Breite des basalen Teiles unter dem Anus beträgt 0·20 *mm*; der Schnabel ist kurz, breit, am Ende von oben nach unten breit abgerundet, unten leicht wellenförmig. Haare: spärliche, kurze Haare auf dem Basalteile, einige lange in der Mitte unter dem oberen Umrisse, der Schnabel dicht, mittellang behaart; es sind keine Dornen vorhanden. — Anus: O-förmig, 0·12 *mm* lang, ringsum ein ge-

schlossener Ring mit zweireihigen Drüsenöfnungen und ein Kranz kleiner Haare. — Chitinschicht ist starkt chitinisiert, undurchsichtig. glatt. — Geni talsegment: von der Seite gesehen etwa dreieckförmig, oben leicht wellenförmig, 0·35 *mm*, unten gerade (leicht ausgebogen) und 0·25 *mm*, vorn leicht ausgebogen und 0·30 *mm;* die Spitze ist kurz ausgezogen; dichte Behaarung fast auf der ganzen Seitenfläche, vorn verschwinden die Haare und werden kleiner, nach hinten zu sind sie reichlicher und länger; oben vor der Spitze werden sie steifer und dornartig. — Sonst sind keine echten Dornen vorhanden. — Chitin glatt, stark. — Schwarzbraun. — Äußere Legescheiden sind unbedeutend, nicht länger als das Genitalsegment, nach hinten abgestutzt abgerundet, auf der Seite länglich geritzt. — Äußerer Legestachel hat das Endstück stark chitinisiert, ist allmählich zum einfach spitzigen Ende verschmälert und leicht nach oben gebogen. — Innerer Legestachel ist hackmesserförmig, oben mit stark chitinisiertem Grate, am Ende scharftspitzig ausgezogen, unten mit schmaler Leiste, vorn oben in einen abgestutzten Fortsatz ausgezogen, mit einem winzigen Nabel.

Körpergröße 2·50 *mm*, gemessen bis zum Ende der geschlossenen Flügel (♀).

Nährpflanze, Lebensweise, Larven etc. unbekannt.

Vorkommen: nur einmal gefunden in einem einzigen Exemplare.

Geogr. Verbreitung: Chile, Bäder von Longavi, Parral, leg. SCHOENEMANN.

Bemerkung: diese Beschreibung wurde nach einem einzigen ♀ coll. Königl. Zoologisches Museum in Berlin angefertigt.

## 2. Trioza chilensis n. sp.

(Tab. 2. Fig. 1—7.)

Kopf. — Scheitel hinten mäßig ausgerundet, 0·35 *mm*, mit den Augen 0·60 *mm* breit, in der Mittellinie 0·22 *mm* lang, die hinteren Punktaugen in den Hinterecken, die Vorderecken breit abgerundet. — Fühler kurz, nur 0·56 *mm* lang,

dick fadenförmig (die Länge der einzelnen Glieder beträgt der Reihe nach in 0·00 *mm*: 6, 5, 10, 5, 5, 5, 5, 6, 5, 4), Sinnesgruben einfach kreisförmig, unbedeutend; Fühlernäpfe klein, kreisrund. — Stirnkegel: 0·14 *mm* lang, kegelförmig, mit parallel verlaufenden Achsen, auf dem Gipfel zugespitzt, mäßig nach unten geneigt, zerstreut behaart. — Färbung: der ganze Kopf einfärbig hell ockergelb, die 2 letzten und die distale Hälfte des drittletzten Fühlergliedes schwarzbraun.

Thorax mäßig gewölbt, hell ockergelb, Zeichnung ausgedehnt, entwickelt, bräunlich.

Vorderflügel ist 2·55 *mm* lang, der Vorderrand ist gleichmäßig gebogen, der Hinterrand gerade, das Flügelende ist von vorn und von hinten gleichmäßig verschmälert, abgerundet zugespitzt, der Flügelgipfel befindet sich in der Insertion von $M1 + 2$; die größte Breite des Flügels liegt in der Insertion von $Cu2$ und beträgt 1 *mm*. — Flügeladern: $C + Sc$ sehr flach, gleichmäßig gebogen, kurz, $Rs$ sehr lang, er endigt über der Mitte des *margo cell.* $M1 + 2$, ist leicht wellenförmig, im ganzen Verlaufe fast gleich weit vom Stigmalrande abständig, $M$ lang, flach gebogen, endigt kurz vor der Insertion von $Cu1$; $M1 + 2$ gerade, in den Flügelgipfel auslaufend, etwas länger als die gleichfalls gerade $M3 + 4$; $Cu1$ kreisbogenförmig, $Cu2$ gerade, schräg zum Hinterrande verlaufend. — Färbung der Adern: bleich gelblich. — Flügelmembran wasserhell. — Dornen: Oberflächedornen bedekken nur die *cell. Cu,* einen breiten, dornenlosen Streifen vorn freilassend, sonst sind keine Oberfläche- und Unterflächedornen vorhanden; Marginaldornengruppen sind in den *cell.* $M1 + 2$, $M$ und $Cu1$ vorhanden und etwa wie bei *Tr. urticae* beschaffen.

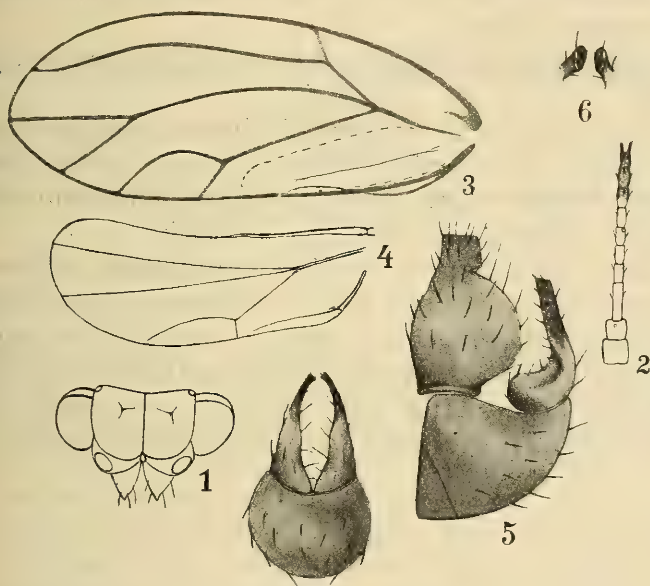
Hinterflügel: 1·80 *mm* lang und 0·60 *mm* breit, das Ende breit abgerundet, die Adern bleich, die $A$ Zelle etwas angeraucht.

Beine hell ockergelb.

Abdomen hell ockergelb.

♂ Körperende. — Genitalsegment von der Seite gesehen nach hinten und unten gleichmäßig bogenförmig, oben leicht wellenförmig 0·20 *mm* lang und 0·17 *mm* hoch, hin-

ten zerstreut behaart, hell ockergelb. — Kopulationszange: von der Seite unten 0·10 *mm* breit, bohnenförmig, hinten oben dann in einen 0·03 *mm* schmalen, hohen Ast auslaufend; im ganzen 0·17 *mm* hoch, oben gerade abgestutzt, mit abgerundeten Ecken, vor der Hinterecke leicht eingekerbt; gerade, leicht nach vorn geneigt. —Von oben: die schmalen Äste sind




**2. Trioza chilensis n. sp.** Šulc.

1. Kopf von oben. — 2. Fühler. — 3. Vorderflügel. — 4. Hinterflügel. — 5. ♂ Genitalsegment, Kopulationszange und Analsegment von der Seite. — 6. Ende der Kopulationszange von oben. — 7. ♂ Genitalsegment und Kopulationszange von hinten.

oben abgerundet, vorne etwas breiter, nach hinten verschmälert, vor der Hinterecke leicht sattelförmig. — Von hinten: die unten breiten Äste werden allmählich nach oben schmäler, oben sind sie abgestutzt, die Hinterecke ist leicht spitzig ausgezogen; der äußere Umriß ist einem gotischen Bogen gleich, der innere einer unten scharfen Bischkote. — Mäßig zerstreut behart, hell ockergelb, der Ast ist schwarzbraun. — Analsegment ist 0·15 *mm* hoch und ebenso breit, der vordere Umriß ist leicht, der hintere stark ausgebogen (dieser fast

kreisbogenförmig), das Ende (Analring) ist plötzlich verschmälert, hinten etwas abgesetzt, breit, walzenförmig, oben gerade abgestutzt; zerstreute Behaarung, die oben und am Hinterrande bedeutender und länger ist; hell ockergelbe Farbe, das Ende braun.

♀ ist unbekannt.

Körpergröße 3·05 *mm*, gemessen bis zum Ende der geschlossenen Flügel.

Nährpflanze, Lebensweise, Larven sind unbekannt.

Vorkommen: in einem einzigen Exemplare bekannt.

Geogr. Verbreitung: sie wurde in den Bädern: Longavi, Parral, Chile, von Schönemann gefunden; coll. des Königlich Zoologischen Museums in Berlin.

Bemerkung: die ♂ Kopulationszange unserer Art dieße sich von derjenigen der *Tr. agrophila* Loew ableiten, desgleichen auch Flügel und Fühler, die ganz wie bei *agrophila* gefärbt sind (es ist eine allgemeine Erfahrung, daß die Fühler der *Trioza*-Arten sehr konstant und artlich typisch gefärbt sind); *Tr. agrophila* wäre phylogenetisch älter!

---

VI.

# O biochemické variaci mikroba Bacillus bulgaricus.

**Dr. F. Ducháček.**

(Z laboratoře pro biologickou chemii na Sorbonně v Paříži. Ústav Pasteurův.)

Předloženo v sezení dne 9. ledna 1914.

Effront (Note présentée à l'Académie des Sciences, Paris, le 28. nov. 1910, **151**, P. 1007) docílil s mikrobem bacillus bulgaricus, jenž jest hlavním faktorem bulharského kyselého mléka (t. zv. yoghurtu), výsledků, jež podstatně liší se od prací badatelů ústavu Pasteurova v Paříži.

Tak Cohendy (Comptes rendus de la Soc. de Biologie 1906, 27. II. et 17. III.), Bertrand a Weissweiller (Annales de l'Institut Pasteur 1906, **20**, 977; Annalen der Chemie 1906, **351**, 486), Bertrand a já (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris 1909, **148**, 1338, Annales de l'Institut Pasteur 1909, **33**, 402) konstatovali jsme souhlasně, že bacillus bulgaricus, isolovaný z yoghurtu, zkvašuje především laktosu a některé jednoduché cukry: glukosu, galaktosu, mannosu a fruktosu, převáděje je skoro kvantitativně v kyselinu mléčnou. V mléce dosahuje množství této kyseliny snadno 25 *g* pro litr; při tomto maximu kyseliny mléčné nalezeno bylo dále malé množství kyseliny jantarové, as 0·5 *g*, skoro tolik kyseliny octové a stopy kyseliny mravenčí. Ferment yoghurtu neatakuje tuku a nerozpouští více než as jednu desetinu kaseinu v mléce obsaženého; zbytek této látky dusíkaté srážen jest vzniklou aciditou, koagulum zůstává však tuhé, nechť jest doba styku jeho s mikrobem jakákoliv.

Tato diagnosa biochemická, resultující ze souhlasných pokusů badatelů ústavu Pasteurova nebyla však přijata Effrontem (l. c.), jenž tvrdí, že bacillus bulgaricus jest naopak fermentem proteolytickým, štěpícím kasein a převádějícím mléko v tekutinu jasně žlutou, jež časem nabývá barvy stále temnější.

K práci Effrontově připomíná Bertrand (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris 1910, **151**, 1161), že mikrob Effrontův získán byl z přípravků obchodních a vysvětluje difference ty buď biochemickou variací onoho mikroba, související nějak s uspořádáním pokusů nebo vmísením cizího mikroba od fermentu bulharského odlišného.

K zodpovědění těchto námitek prostudoval pak Effront (Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris 1911, **152**, 463) komparativně typického bacilla, použitého Bertrandem a jeho spolupracovníky, a mikroby, obsažené v četných obchodních praeparátech medicinálních. Mikrobi tito, z přípravků oněch isolovaní, byli vesměs mikrobi proteolytičtí; žádný z přípravků medicinálních neobsahoval typického bacilla yoghurtu. Effront uznal sice správnost nahoře uvedené biochemické diagnosy mikroba yoghurtu, připustil však, aniž tvrzení své dostatečně doložil, že difference, konstatované mezi prací bacilla Bertrandova a fermentů medicinálních nejsou zaviněny různými mikroby, nýbrž spíše biochemickou variací téhož mikroba. K názoru tomu přiveden byl tímto pokusem:

»Očkujeme-li typického mikroba bulharského do roztoku výživného, obsahujícího pepton, glukosu a uhličitan vápenatý, chová se jako bacil mléčný do té doby, než zmizí všechen cukr. Zůstavíme-li potom kulturu, tu po 14 dnech pokrývá se hladina roztoku pokožkou, bakterie ji skládající plní se sporami a kultura v tom okamžiku pracuje zcela shodně s mikroby přípravků medicinálních.«

Závěry, vyplývající z prací Effrontových, staly by se v případě, kdyby správnost jejich byla potvrzena, důležitým příspěvkem k poznání biochemických variací mikrobů; z toho důvodu, zejména však proto, že práce Effrontovy jsou s to vyvolati vážný zmatek a působiti škodlivě na smýšlení badatelů, používajících yoghurtu nebo zákvasků yoghurtových

k účelům léčivým, považoval jsem další studium obou mikrobů za důležité.

K pokusům dodána mně byla čistá kultura bacilla bulharského prof. Mečnikovem; ferment proteolytický vzat byl přímo ze zásilky Effrontovy. Výsledky pokusů, zejména těch, jichž detaily obsaženy jsou v části experimentální, vedly k těmto poznatkům:

1. V chování obou mikrobů konstatovány byly značné rozdíly již při volbě prostředí výživného. Kdežto bacill Effrontův roste výborně ve všech obvyklých prostředích, pravý bacillus bulgaricus jest v té příčině velice vybíravý.

Tak v roztocích cukru prostých, jinak příznivě složených, typický mikrob vůbec neroste, neboť jest kultura mikroba tohoto bez cukru nemyslitelna. Pro proteolytického mikroba Effrontova není přísada cukru nevyhnutelna; již v roztocích samotného peptonu v destilované vodě roste dobře a tvoří hojné pokožky.

Povaha cukru jest pro existenci pravého bacilla yoghurtu rozhodující. Nejlépe osvědčuje se glukosa, galaktosa a laktosa, ač i levulosa a mannosa jsou zkvasitelny, kdežto sacharosa a maltosa jsou k přípravě jeho výživných půd naprosto nezpůsobilé; b. Bertrandův nedovede cukrů těch zužitkovati ani u přítomnosti jiných zkvasitelných cukrů, jak pro glukosu a laktosu dokázal Margaillan (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris 1910, **150**, 45). — Také Effrontův bacill nedovede štěpiti sacharosy, za to však maltosu atakuje energicky (za 48 dní 144·5 *mg*, t. j. 40%) a zachovává v cukerném tom roztoku svou aktivitu i po několik měsíců.

2. Bacillus bulgaricus vyžaduje vedle vhodného cukru, zejména v prostředích umělých, ještě přísadu uhličitanu vápenatého, jenž nejen neutralisuje škodlivý vliv přebytečných kyselin, ale i jinak ještě kulturu podporuje, takže jinými uhličitany nahraditi se nedá. Uhličitan hořečnatý ani zinečnatý tak příznivě nepůsobily, primární fosforečnan vápenatý však i bez uhličitanu působil velmi příznivě. Uvážíme-li dále, že mléko jest přirozeně bohato sloučeninami vápenatými a že jest to jediné prostředí výživné, jež i bez přísady uhličitanu vápenatého jest výborně způsobilé ke kul-

tuře mikroba yoghurtu, docházíme k přesvědčení, že ke kultuře bacilla toho jsou sloučeniny vápenaté nevyhnutelny.

Naproti tomu proteolytický ferment Effrontův jest lhostejný k uhličitanu vápenatému, nevyžaduje jeho přítomnosti a roste i bez něho stejně bujně.

3. Typický mikrob yoghurtu jest fakultativ s náklonností k anaerobiose, jež jest tak značná, že přílišný přístup vzduchu může i znemožnit vývin mikroba. O tom přesvědčil jsem se buď provětráváním živného media nebo pěstěním mikroba v tenounkých vrstvách tekutiny. Effrontův bacil jest rozhodný aerob, který ve všech výživných prostředích udržuje se při povrchu, tvoře tam silné pokožky.

4. K dalším differencím dospěl jsem bližším studiem zplodin, jež vznikají z laktosy vlivem obou mikrobů. Za tím účelem pěstoval jsem je parallelně ve výtažku z květu sladového, v němž rozpuštěna byla 4% laktosy, 1% peptonu a přidána 3% sráženého uhličitanu vápenatého.

Oba mikrobi vytvářejí z laktosy kyseliny mléčné, vzniklé produkty liší se však svým chováním k rovině světla polarisovaného. Mikrob Bertrandův vyrábí inaktivnou kyselinu mléčnou, směs kyseliny mléčné pravé a levé v podílech přesně stejných; množství těchto kyselin odpovídá vždy přesně ztrátě cukru a směs tato jest mikrobem dále nezkvasitelna. Effrontův bacil za stejných okolností dává kyselinu pravomléčnou ve množství, jež odpovídá jen jedné polovině zkvašeného cukru mléčného; snad přechází tu napřed veškerý cukr ve formu inaktivní, ze které mikrob později jednu opticky činnou složku stravuje a v roztoku zanechává pak jen látku pravotočivou.

Vedle mléčné dávají oba mikrobi kyselinu jantarovou; Effrontův bacil zkvašuje 2·6% laktosy v tuto kyselinu, t. j. vytváří jí desetkrát více než bacil Bertrandův.

Z těkavých kyselin byly nalezeny u obou mikrobů octová a mravenčí a to opět u Effrontovy kultury čtyřikrát více, t. j. 12·9% cukru bylo jím převedeno v kyseliny těkavé, než u bacilla Bertrandova, který v tyto kyseliny zkvasil jen 3·2% laktosy. Vyjádříme-li kyseliny těkavé v kyselině octové

a netěkavé v kyselině mléčné, jest poměr kyselin netěkavých k těkavým vyjádřen u bacilla bulgarica číslem 31, kdežto u Effrontova mikroba číslem 4·35.

5. Sledoval jsem dále osudy laktosy obsažené v mléce. Nepřičiníme-li uhličitanu vápenatého, přibývá v mléce volných kyselin až do určité maximalní acidity, jež činí u mikroba Bertrandova 2·6—3%, u fermentu proteolytického však jen 0·5—0·6% kyseliny mléčné. Ve skutečnosti však přestává po dosažení tohoto maxima rozklad cukru jen u pravého fermentu bulharského, který brzo potom hyne, kdežto proteolytický mikrob zkvašuje cukr dále, acidita však nevzrůstá, takže poměr mezi zkvašeným cukrem a celkovou aciditou roztoku neustále klesá. Acidita mléka, jež s počátku odpovídala 75% zkvašeného cukru, klesla ve 4 nedělích na 20%; nestačí tudíž pouhé stanovení acidity mléka ke kontrole průběhu kvašení, vyvolaného fermentem Effrontovým. Tento úbytek volných kyselin nelze vysvětliti si než jich neutralisací ammoniakem, vznikajícím rozkladem kaseinu a částečným stravováním kyseliny mléčné. Ve skutečnosti také mikrob nezastavuje další tvorby kyselin, jak dokazují pokusy s přísadou uhličitanu vápenatého, kde poměr mezi zkvašeným cukrem a utvořenými kyselinami nemění se stářím kultury. Zkvašování cukru mikrobem proteolytickým dálo se vždy pomalu a nedokonale, ani přísada křídy nepomohla, takže ještě po 2 letech zůstala v mléce značná část cukru nezkvašena přes to, že zachoval si tam mikrob veškerou svou aktivitu biochemickou. Bacillus bulgaricus chová se zcela jinak; rozkládá cukr s neobyčejnou rychlostí a je-li v mléce otupován škodlivý vliv kyseliny mléčné přísadou uhličitanu vápenatého, pak pracuje ještě rychleji a tak dlouho, až všechen cukr z roztoku vymizí.

6. Veškeré pokusy potvrzují již známý fakt, že pravý ferment bulharský jest jedním z nejchoulostivějších mikrobů mléčných, který i v nejlepších půdách živných záhy odumírá. Nejvíce unavuje mikroba vlastní jeho produkt — kyselina mléčná — a mikrob hyne v čistém mléce tím dříve, čím rychleji bylo dosaženo maxima acidity. V nejlepší půdě živné, t. j. v mléce s přísadou uhličitanu vápenatého, podaří se jen zřídka udržeti mikroba při životě déle 3 měsíců; staré kultury bývají již tak oslabeny, že zavádějí koagulaci mléka

teprve po několika dnech. EFFRONTŮV bacil jest naproti tomu mikrob velmi houževnatý, rychle a dobře roste v každém prostředí a ještě po dvou, snad i po více letech, kultury jeho koagulují mléko již po několika hodinách.

7. Abych přesvědčil se, zdali správným jest tvrzení Effrontovo, že bacillus bulgaricus stává se za určitých okolností fermentem proteolytickým, pěstoval jsem oba mikroby za různých teplot a v různých prostředích, jako: v mléce čistém nebo s přísadou uhličitanu vápenatého a ve výtažcích z květu sladového, obsahujících glukosu, galaktosu, mannosu, laktosu, sacharosu nebo maltosu vedle peptonu a uhličitanu vápenatého. Vždy po několika dnech proveden byl rozbor výživného roztoku, aby konstatováno bylo chování obou mikrobů v celém průběhu kvašení a aby zjištěn byl zejména onen důležitý okamžik, kdy poslední stopy cukru z roztoku vymizí, neboť ve 14 dnech potom má dle EFFRONTA nastati přeměna mikroba Bertrandova v mikroba proteolytického. Přes to, že nebylo pozorováno rozpouštění kaseinu ani tvoření pokožek, spory obsahujících, byl bacillus bulgaricus ještě před provedením dalšího rozboru kontrolován přeočkováním do roztoku peptonu a do sbíraného mléka dobře sterilisovaného. Prostředí tato jsou nejvhodnějšími ukazately přeměny jednoho mikroba ve druhého, neboť v roztoku pouhého peptonu roste jen ferment proteolytický a k mléku chovají se oba mikrobi různě. Kdežto mikrob BERTRANDŮV sráží mléko v celku a mění je ve hmotu porculánovitou, tuhou a bílou, jež vzhledu svého nikdy nemění, bacil EFFRONTŮV počíná vzniklé koagulum již po několika hodinách u povrchu rozpouštěti a rozklad kaseinu postupuje pak od povrchu dolů ve vrstvě mléka tak dlouho, až vše jest úplně rozpuštěno. Jednoduchá tato kontrola mlékem nebyla považována ještě za dostatečnu pro roztoky, jež vlivem mikroba Bertrandova zbaveny byly všeho cukru; v tomto případě sledován byl stav kaseinu také rozborem, aby konstatován byl eventuelní přírůstek práce proteolytické.

Při správné sterilisaci prostředí ani v jediném případě nepozoroval jsem, že by bulharský ferment po zkvašení všeho cukru tvořil na povrchu tekutiny pokožky, přes to, že pokusy prodlouženy byly na dobu 4 až 6krát delší, než jak ji za

potřebnou pro přeměnu mikroba Bertrandova v proteolytického nalezl EFFRONT.

Typický ferment yoghurtu, jak již COHENDY (l. c.) zjistil, nedává spor a tak zachoval se také ve všech prostředích, v nichž jsem mikroba toho pěstoval. Po zkvašení všeho cukru v mediu obsaženého byv přeočkován do mléka, dal normální koagulaci bez rozpouštění kaseinu, který atakován byl vždy jen zcela slabě, v mezích již BERTRANDEM a WEISSWEILLEREM (l. c.) udaných, takže jen as 5—12% této hmoty dusíkaté bylo odstraněno. S kulturami mikroba, pocházejících z úplně vyčerpaných roztoků cukerných nebylo také nikdy docíleno vzrůstu v roztocích peptonu, znamení, že mikrob nenabyl vlastností bacilla Effrontova. Není přece možno, aby mikrob neobyčejně choulostivý stal se najednou mikrobem tak resistentním, jenž spokojil by se samotným peptonem a rozkládal cukry, které do té doby nedovedl rozkládati. Ještě méně věřiti můžeme v možnost, že by mikrob získati mohl tyto schopnosti právě v okamžiku, kdy nejvíce jest oslaben, kdy všechen cukr, hlavní podmínka jeho existence, z roztoku vymizel a kdy podmínky životní jsou nejnepříznivější. Jest konečně nepochybno, že mikrob, který tak snadno přijímá zcela nové vlastnosti, dovede je zase lehko ztratiti, a je-li Effrontův proteolytický ferment pouze biochemickou variací mikroba bulharského, pak existují zajisté cesty, jež opačně od mikroba Effrontova vedou k mikrobu Bertrandovu. Avšak v žádném případě bacil Effrontův nevzdal se své činnosti proteolytické a také nenabyl nikdy vlastností mikroba bulharského.

8. V průběhu práce zjistil jsem sice několik případů, kde i čisté kultury mikroba bulharského daly pokožky, spory chovající a přivodily koagulaci mléka sledovanou rozpuštěním kaseinu jako u bacilla Effrontova, příčinou zjevu toho byla však vždy nedostatečná sterilisace prostředí. Jest s dostatek známo, s jakými obtížemi získává se mléko skutečně sterilní; sterilisaci tu zvláště znesnadňuje přísada uhličitanu vápenatého. Potvrdil jsem řadou pokusů, že zejména sterilisace, tak jak prováděl ji EFFRONT — 20 minut při tlaku 1 atm. — jest nejen pro mléko, ale i pro umělá prostředí s přísadou uhličitanu vápenatého, naprosto nedostatečná. Uložíme-li po takové sterilisaci živná media na delší dobu do ther-

mostatu na 45° vyhřátého, seznáváme, že valná část není ještě sterilní; v umělých prostředích objevují se na povrchu pokožky, složené z bakterií sporulujících, v mléce pak dostavují se koagulace sledované rychlým rozpouštěním kaseinu. Nalezl jsem často případy, kde ani pětkrát opakovaná sterilisace nebyla dostatečnou. Uvážíme-li, že obavy tyto platí i pro přípravu produktů medicinálních, pochopíme snadno, že mohou obsahovati snadno fermenty proteolytické. Cizí tito mikrobi neuplatňují se, je-li kultura čerstvá, na maximu své aktivity a bylo-li hojně zaseto při optimalní teplotě; vyvíjí se bacillus bulgaricus, mléko dává typický yoghurt a vysoká acidita znemožňuje vývin mikrobů cizích. Jsou-li však přísadou uhličitanu vápenatého volné kyseliny otupovány, mohou se na konec uplatniti mikrobi cizí, kteří při své neobyčejné houževnatosti vydrží i v takto změněném a nepříznivém prostředí a mohou spokojiti se se živinami dosud nedotčenými. Poněvadž neutralisace kyselin zvláště snadno probíhá v prostředích umělých, kde acidita roztoku nad uhličitanem vápenatým jest vždy hluboko pod maximalní aciditou mikroby těmi vyráběnou, mohl snadno Effront z důvodů nahoře již naznačených, v roztocích glukosy pozorovati tvorbu pokožek a spor. V mléce přeměna ta Efrontem pozorována nebyla. Vadí tu zajisté značná acidita, již udržuje koagulum nad uhličitanem vápenatým a jež zůstává nad maximem pro mikroby ty ještě snesitelným.

Přítomná práce objasňuje také výsledky prací Effrontových. Nelze se nikterak diviti, že Effront nenalezl typického mikroba bulharského v produktech medicinálních; jest to v úplném souhlasu s pracemi jiných badatelů, kteří mikroba toho tam také nenalezli. Bacillus bulgaricus roste špatně nebo vůbec neroste na obvyklých, k isolaci mikrobů používaných půdách pevných i tekutých. Jelikož pak v praeparatech obchodních, zvláště suchých, jeho vitalita jest oslabena, ba mnohdy úplně potlačena, může státi se isolace mikroba velmi obtížnou, ano nemožnou. Není-li přípravek čistou kulturou, pak oslabený mikrob podléhá jemu přimíseným mikrobům cizím, jež vyvíjejí se v každém prostředí, nebo vítězí nad ním mikrobi, kteří zůstali v mléce, nebyla-li provedena jeho řádná sterilisace. Dostavují se pak často koagulace sledované

později úplným rozpadem kaseinu, získané yoghurty nejsou však typické a chutí svou snadno se prozrazují. Také Effrontův bacil nedává typického yoghurtu, získaný výrobek jest chuti zahořklé a ani zdaleka nepřipomíná lahodné chuti pravého yoghurtu.

Rozhodně nelze u bacilla bulharského mluviti o biochemické variaci ve smyslu Effrontově; výsledky získané Effrontem dokazují pouze, že jím zkoušené praeparáty obchodní buď typického mikroba neobsahovaly nebo chovaly mikroba toho již ve formě oslabené, tak že ve výživných prostředích přípravky těmi zasetých, ujaly se buď fermenty proteolytické v přípravcích těch již obsažené nebo ony, jež zůstaly v roztocích výživných nedostatečně sterilisovaných.

## Část experimentální.

Abych přesvědčil se o vlastnostech obou mikrobů a seznal, zdali jeden ve druhý může přecházeti, pěstoval jsem oba mikroby parallelně nejen v roztoku glukosy, kde Effront přechod ten pozoroval, ale i v mléce a ve specielním prostředí u přítomnosti různých cukrů. Toto umělé prostředí, již dříve Bertrandem a mnou (l. c.) navržené, jest 4%ním roztokem cukru ve výtažku z květu sladového s přísadou 1% peptonu a 3% sráženého uhličitanu vápenatého. Z cukrů použito bylo nejčastěji glukosy a laktosy, v některých případech i galaktosy, mannosy, saccharosy a maltosy. V každé serii pokusů byla prostředí kontrolní, jež zůstala neočkována, uložena do thermostatu vždy při téže teplotě jako roztoky očkované a pokus uznán byl za správný jen tenkrát, zůstaly-li všechny roztoky kontrolní sterilními. Očkování roztoků provedeno bylo vždy týž den stejným množstvím téže kultury, vždy dvoudenní a rychle koagulující; roztoky uloženy byly pak v thermostatu při 30 nebo 40° C. Ve všech případech již po několika hodinách pozorován byl silný vzrůst, u Effrontova mikroba vždy silnější a spojený s tvorbou pokožek na povrchu živného media. V přestávkách několikadenních prováděn byl rozbor očkovaných roztoků; před započetím rozboru byla vždy provedena zkouška mikroskopická a nepatrná část roztoku očkovaného přenesena byla do různých prostředí, aby zjištěno

bylo, zdali mikrob nezahynul nebo nezměnil svých vlastností. V prostředích obsahujících bacilla bulharského bylo zejména také pátráno po sporách a tvorbě pokožek, zvláště od toho okamžiku, kdy rozborem konstatováno bylo úplné vymizení cukru z roztoku.

K stanovení cukrů v roztocích živných použito bylo metody Bertrandovy (Bull. de la Soc. chim. de Paris 1906). U mléka bylo postupováno tak, že sražen byl nejprve kasein roztokem síranu rtuťnatého, soli rtuťnaté odstraněny práškovitým zinkem a v čirém filtrátu určen cukr.

Při určování kaseinu v mléce postupováno bylo se zřetelem k práci Bertrand-Weissweillerově (l. c.) takto: 10 $cm^3$ mléka bylo sraženo dostatečným množstvím 1·5%ní kyseliny octové; centrifugováním a dekantací získaný kasein byl vodou promyt, smíchán s 96%ním lihem, filtrací znovu zadržen, promyt lihem a étherem a pak při 105° sušen do konstantní váhy.

Acidita jest vyjadřována v kyselině mléčné; byla měřena po přidání fenolftaleinu $^1/_5$ n. louhem sodnatým bez ohledu na to, že kyselina mléčná z části přechází v éter, který aciditu snižuje. Jen při podrobných rozborech s větším množstvím roztoku byl vzat zřetel k této okolnosti a kyselina mléčná z estheru uvolněna. U přítomnosti uhličitanu vápenatého byla vypočtena celková acidita z množství rozloženého uhličitanu. Při úplných rozborech bylo postupováno v souhlasu s naší prací (Bertrand a já, l. c.).

Největší péče byla věnována sterilisaci živných prostředí, neboť seznáno bylo, že mléko a umělé roztoky živné, obsahující uhličitan vápenatý, jen velmi těžko se sterilisují. K pokusům bylo použito vždy mléka frakciovaně sterilisovaného 6 až 8krát v pausách 1 až 2denních; pro jistotu pak uloženo bylo mléko toto před upotřebením na 7 až 10 dní do thermostatu vyhřátého na 45°. Jak nutná jest tato opatrnost, dokazuje nejlépe ta okolnost, že i potom ještě v některých zkoumavkách mléko koaguluje a sraženina podobně jako u Effrontova mikroba se rozpouští vlivem proteolytických mikrobů, jež přestály sterilisaci. V několika případech provedl jsem i rozbor takového mléka a data, jež dostal jsem pro cukr, aci-

ditu celkovou, těkavé a netěkavé kyseliny a pro kasein upomínají velice na mikroba Effrontova.

Téže opatrnosti, jako u mléka, jest třeba i při roztocích umělých s uhličitanem vápenatým, který značně vadí řádné sterilisaci, takže mnohdy roztoky zdánlivě úplně sterilní zakalují se po uložení do thermostatu a pokrývají pokožkami. Prováděl-li tedy Effront pouze 20minutovou sterilisaci při tlaku 1 atm. bez naznačené opatrnosti, nemohl rozhodně získati prostředí ve všech případech sterilních. Přesvědčil jsem se několikráte, že v takovém mléce nedostatečně sterilisovaném daleko snáze ujímají se cizí fermenty proteolytické, nežli tam vnesená oslabená kultura mikroba Bertrandova; dostavují se koagulace sledované rozpouštěním kaseinu jako u bacilla Effrontova (viz 30denní kulturu v tab. III.). Použijeme-li však mladých kultur dvoudenních, ferment Bertrandův dobře se vyvíjí i v mléce špatně sterilisovaném a vyvolává normální koagulace bez rozpouštění kaseinu; vysoká acidita fermentem produkovaná rychle zabraňuje proteolytické práci jiných mikrobů. Již po několika dnech jest však mikrob bulharský tak oslaben, že přenesen do mléka sterilního tam se neujímá a podléhá fermentům proteolytickým, které zůstaly vedle něho nedotčeny. K těmže výsledkům dospěl jsem, když nahradil jsem mléko nedostatečně sterilisované a obsahující proto fermenty neznámé, mlékem dobře sterilisovaným, jež zaseto bylo mikrobem Effrontovým.

20 zkumavek zaručeně sterilního mléka zasel jsem bohatě starší kulturou mikroba Effrontova a provedl 20minutovou sterilisaci při tlaku 1 atm., jak používal ji Effront. Zkumavky rozdělil jsem pak ve dvě serie, z nichž jedna zůstala neočkována a do druhé vnesena byla velmi aktivní, čistá kultura mikroba bulharského. Po 7denním pobytu v thermostatu při 45° bylo nalezeno:

1. Z 10 neočkovaných zůstalo 7 zkumavek sterilních a ve 3 zaznamenán vzrůst bacilla Effrontova.

2. Zkumavky očkované daly ve všech 10 případech normální yoghurt; po 10 dnech byl však mikrob bulharský v yoghurtech těch již tak oslaben, že po přenesení do čerstvého mléka sterilního překonán byl ve dvou případech mikrobem Effrontovým.

Jednoduchý tento pokus ukazuje, jak houževnatým jest mikrob proteolytický, takže vydrží sterilisaci i nepříznivé poměry, vyvolané mladou kulturou fermentu Bertrandova.

Vneseme-li mikroba Effrontova do hotového yoghurtu, nedovede se tam ovšem uplatniti, ani když vočkujeme kulturu mladou; teprve přeneseme-li po několika dnech tuto smíšenou kulturu do nového mléka, vítězí mikrob Effrontův nad oslabeným mikrobem Bertrandovým.

Vneseme-li oba mikroby současně do mléka, není výsledek předem zaručen; pravidelně však uplatňuje se mladá kultura mikroba Bertrandova a teprve po přeočkování do nového mléka zaniká.

## 1. Vliv mikrobů v mléko.

Použito bylo mléka odstředěného, jež obsahovalo 4·86% laktosy a 2·86% kaseinu; acidita mléka byla předem stanovena, vyjádřena v kyselině mléčné a odečtena vždy od acidity mikrobem utvořené, takže tabulka udává přímo přírůstek acidity. Data pro procenta laktosy a pro rendement jsou zaokrouhlena na čísla celá.

Každému rozboru předcházelo přeočkování do nového mléka a pozorovaná přeměna zaznamenána ve sloupci posledním (Tab. I. a II.). Zánik mikroba dán jest tam značkou 0, normální koagulace značkou +.

V mléce (tab. I.) již v prvých 4 až 9 dnech dle teploty acidita vyrobená mikrobem bulharským dosahuje svého maxima při 2·3 až 2·6% kyseliny mléčné; stoupající dávky kyseliny mléčné mikroba unavují a brzo usmrcují. Zjištěná acidita celková odpovídá stále množství zkvašeného cukru, takže rendement v kyselině mléčné jest stále 100%ní. Nepatrná odchylka tu pozorovaná jde na vrub jiných kyselin (octové, mravenčí, jantarové), jež lze považovati za výsledek života protoplasmy.

Přeměna v mikroba Effrontova nebyla tu pozorována ani po 138 dnech; s počátku dával mikrob koagulaci normální, později koagulace nedostavovala se již vůbec.

Zcela jinak chová se v mléce mikrob Effrontův (tab. II.). Laktosu zkvašuje mnohem pomaleji, takže ještě po 5

měsících bylo nalezeno v roztoku skoro 50% laktosy. Acidita dosahuje svého maxima mnohem dříve, již při 0·5%, a pak již se skoro nemění; s počátku, kdy mikrob ještě neatakuje kaseinu, odpovídá celková acidita 75% zkvašeného cukru, se stářím kultury však klesá tento poměr až na 20%; od toho okamžiku, kdy mikrob začíná se zabývati rozkladem kaseinu, získává tím ammoniak k neutralisaci vznikajících kyselin a snižuje si sám aciditu roztoku. Jinak mikrob vlastností svých nemění a ještě po 138 dnech koaguloval nové mléko v několika hodinách normálním způsobem.

## 2. Vliv mikrobů v mléko s přísadou křídy.

Bylo použito téhož odstředěného mléka s 4·86% laktosy. Ve většině případů stanovena byla jen acidita mléka nad uhličitanem vápenatým se nalézajícího, v některých případech však byla určena i ztráta uhličitanu vápenatého titrací a přepočtena na kyselinu mléčnou.

Před provedením rozboru byl vždy mikrob přeočkován nejen do mléka, ale i do roztoku peptonu a kultury tyto posuzovány byly makro- i mikroskopicky; od toho okamžiku pak, kdy z mléka vymizel veškerý cukr, byla nad to ještě v mléce, ke kontrole sloužícím, určena acidita a kasein, aby konstatováno bylo, zdali základní vlastnosti mikroba se nezměnily.

Pokusy ukazují, že mikrob Bertrandův (tab. III.) rozkládá cukr mléčný u přítomnosti uhličitanu vápenatého mnohem rychleji a dokonaleji; mikrob převádí již po 10 dnech veškeru laktosu v kyselinu mléčnou, proti níž chrání mikroba přítomný uhličitan vápenatý tou měrou, že v prostředí tomto, cukru již úplně zbaveném, mikrob žije ještě po 3 až 4 měsících. Se stářím dostavují se však po přenesení do mléka koagulace stále opozdělejší, až konečně kultury 5měsíční již vůbec nekoagulují.

Vzhled yoghurtů, kulturami těmi získaných, byl vždy normální, jediný případ (s kulturou 30denní, v tab. III.) vyjímaje, kde pozorován byl rozpad kaseinu; příčinou toho byla však zase nedostatečná sterilisace této serie zkumavek. V žádném případě, ani u pokusů nejstarších, nebyla pozoro-

vána tvorba pokožek pro Effrontova bacilla tak charakteristických a v novém mléce byla získána vždycky normální koagulace bez rozpouštění kaseinu, při čemž data pro aciditu a ztrátu kaseinu byla konstantní a odpovídala vždy pokusům na ústavě Pasteurově v Paříži konaným Bertrandem a Weissweillerem (l. c.). Rovněž nikdy nebyl pozorován vzrůst mikroba bulharského v roztoku peptonu.

Při mikrobu Effrontově (tab. IV.) nebylo možno zjistiti zvláštní výhody přísady uhličitanu vápenatého; rozklad laktosy postupuje stejně jako bez ní a to vždycky pomalu a neúplně. Dva roky stará kultura v mléce byla již úplně čirá, hnědá, všechen kasein byl rozpuštěn, ale obsahovala ještě 62% nerozloženého cukru. Jinak ani tento mikrob nemění svých vlastností, zůstává fermentem proteolytickým a kultury i několikaleté koagulují mléko rychle a rostou výborně v roztoku peptonu.

### 3. Vliv mikrobů v umělá prostředí s laktosou.

K parallelnímu pěstění obou mikrobů bylo použito 4% roztoku mléčného cukru ve výtažku sladovém s přísadou 1% peptonu a 3% sráženého uhličitanu vápenatého. Jest zajímavo, že umělé půdy výživné, určené pro mikroba bulharského, musí nevyhnutelně dostati přísadu uhličitanu vápenatého, kdežto mléko přísady této nevyžaduje. Uvážíme-li, že mikrob může v mléce vytvořiti a snésti až 3% kyseliny mléčné, můžeme tvrditi, že nerozhoduje tu ani tak přítomnost uhličitanů, jako přítomnost solí vápenatých vůbec. A také skutečně mikrob nerostl v prostředí, obsahujícím místo uhličitanu vápenatého jiné uhličitany, jako hořečnatý nebo zinečnatý, a teprve současnou přísadou některých solí vápenatých (fosforečnanu, síranu) zlepšena byla půda výživná tou měrou, že docíleno bylo vzrůstu velmi silného. Tomu názoru zdá se nasvědčovati také ta okolnost, že nejlepším mediem pro mikroba bulharského jest mléko, jež bohato jest vždy solemi vápenatými (fosforečnan a kasein); ovšem že kasein a neutrální fosfáty podporují kulturu i jinak, saturujíce malou část vznikajících kyselin.

Ve 100 *g* roztoku výživného bylo nalezeno v pokusech

kontrolních 4·09 *g* laktosy. Z toho 0·313 *g* připadalo na redukující cukr, který obsažen jest již ve výtažku sladovém. Zajímavo jest, že cukr tento může býti za určitých okolností zkvašen; mikrob bulharský zkvašuje jej jen v roztoku laktosy (tab. IV.), kdežto v roztocích glukosy cukr výtažku sladového zůstává nedotčen (tab. VII.).

Srovnáme-li pokusy konané v umělém prostředí s pokusy předcházejícími vidíme, že mikrob Bertrandův neprovádí tu rozklad laktosy tak rychle jako v mléce s uhličitanem vápenatým, a že tu také dříve hyne, kdežto pro mikroba Effrontova jest umělé prostředí s laktosou velmi vhodné, ano právě tak dobré jako mléko. Jinak poměr mezi zkvašeným cukrem a z něho utvořenou kyselinou mléčnou neutrpěl změnou prostředí. Ani v jediném případě nebyla pozorována tvorba pokožek a spor u mikroba Bertrandova, přes to, že po vymizení cukru byly roztoky dále ještě 2 měsíce pozorovány. Bacillus bulgaricus z prostředí umělého do mléka přenesen koaguloval normálně, vyrobil mnoho kyseliny a převedl v roztok jen nepatrné množství kaseinu. Po úplném vymizení cukru mikrob brzo hyne a koagulace v mléce vůbec se nedostavuje. V roztoku peptonu nikdy nebylo docíleno vzrůstu mikroba bulharského, vyňatého z umělých prostředí, laktosu obsahujících. Podržuje tedy mikrob Bertrandův svých vlastností a nemění se v mikroba proteolytického, ani když dodržíme podmínky Effrontovy. Také mikrob Effrontův (tab. VI.) jakéhokoliv stáří choval se vždycky stejně: rostl v roztoku peptonu a po koagulaci atakoval kasein mléka velmi energicky.

Zvláště zajímavé jsou výsledky pokusů, jež provedeny byly se 600 $cm^3$ podobně složeného roztoku, který obsahoval 24·54 *g* laktosy, z toho 1·878 *g* redukující substance, obsažené ve výtažku sladovém. Aby zejména při mikrobu bulharském roztok stýkal se jen malým povrchem se vzduchem, byly baňky až do hrdla roztokem naplněny. Konstatoval jsem totiž v souhlasu s Cohendym (l. c.), že bacillus bulgaricus jest fakultativ, libující si v anaerobiose, kdežto tvoření pokožek u mikroba Effrontova nasvědčuje naopak zálibě pro aerobiosu. Pěstujeme-li mikroba bulharského ve vysokých vrstvách živných roztoků s malým povrchem, roste vždy dobře,

proháníme-li však tekutinou sterilní vzduch nebo pěstujeme-li mikroba v tenounkých vrstvách kapaliny s velkým povrchem, kultura jest slabá nebo se vůbec neujímá, a je-li prostředím mléko, dostavuje se koagulace jeho mnohem později. Takové uspořádání pokusu, škodlivé kultuře Bertrandově, jest naopak na prospěch mikrobu Effrontovu.

Rozbor roztoků proveden byl u mikroba bulharského po 33, u bacilla Effrontova po 34 dnech. Při podrobném rozboru použito bylo této methody:

Po filtraci zjištěno bylo v sedlině množství nerozloženého uhličitanu vápenatého titrací n. kyselinou solnou jako u všech ostatních pokusů a ztráta přepočtena byla na kyselinu mléčnou; tak bylo nalezeno vázané kyseliny mléčné:

Bertrandův bacil . . . 24·138 *g*,
Effrontův bacil . . . 11·529 *g*.

Po přičtení acidity filtratu, jež rovněž vyjádřena byla v kyselině mléčné (a činila u mikroba Bertrandova 1·386 *g*, u Effrontova 1·156 *g*) bylo nalezeno celkem:

Bertrandův bacil . . . 25·524 *g*,
Effrontův bacil . . . 12·685 *g*

volných a vázaných kyselin, vyjádřených v kyselině mléčné.

Po odečtení ostatních kyselin těkavých a netěkavých zbývá na k y s e l i n u m l é č n o u:

Bertrandův bacil . . . 24·300 *g*,
Effrontův bacil . . . 9·068 *g*,

t. j. 99% cukru u Bertrandova a 53·4% cukru u Effrontova mikroba bylo zkvašeno v kyselinu mléčnou.

Ve filtrátu určen byl c u k r metodou B e r t r a n d o v o u a nalezeno:

Bertrandův bacil . . . 0 *g*,
Effrontův bacil . . . 7·56 *g*;

zkvasil tedy:

Bertrandův mikrob . . . 100%,
Effrontův mikrob . . . 69% cukru.

Z filtrátu byly sraženy rozpuštěné soli vápenaté kvantitativně kyselinou šťavelovou a nový filtrát koncentrován

ve vakuu ke konsistenci syrupu; destilát obsahující zplodiny těkavé, byl titrován vodou barytovou a bylo nalezeno, přepočteme-li data na kyselinu octovou:
Bertrandův mikrob 0·785 *g* (t. j. as 3% celkové acidity),
Effrontův mikrob 2·188 *g* (t. j. as 17% celkové acidity);
tedy 3·2% cukru u Bertrandova, 12·9% cukru u Effrontova mikroba bylo zkvašeno v kyselinu octovou.

Jest tedy poměr kyselin netěkavých k těkavým vyjádřen čísly: 31 pro Bertrandova mikroba a jen 4·35 pro mikroba Effrontova.

Silně kyselý syrup, resultující po oddestilování kyselin těkavých a obsahující zplodiny netěkavé, byl vyextrahován éterem, éterický výtažek odpařen a zbývající syrup po rozpuštění ve vodě neutralisován vodou barytovou. Přebytečný hydrát barnatý vyloučen byl kysličníkem uhličitým, povařením ve vakuu odstraněn byl přebytek kyseliny uhličité a rozložen bikarbonat barnatý, sraženina filtrem zadržena a v roztoku obsažená sůl barnatá byla převedena síranem zinečnatým v laktát zinečnatý; čirý filtrát po odpaření ve vakuu dal první a po odpaření matečného louhu druhý podíl krystalů laktátu zinečnatého. Bylo nalezeno:

| | B. Bertrandův | B. Effrontův |
|---|---|---|
| I. krystaly . . . | 18·7350 *g* | 1·817 *g* |
| II. krystaly . . . | 2·5438 *g* | 1·100 *g* |
| Celkem laktátu zinečnatého | 21·2788 *g* | 2·917 *g* |

Jednotlivé podíly laktátu byly při 30° usušeny, dalším zahřátím na 110° C stanovena byla voda krystalová, kalcinací kysličník zinečnatý a $[\alpha]_D$ 2%ního roztoku v trubici 50 *cm* dlouhé. Bylo nalezeno:

| | | B. Bertrandův | B. Effrontův |
|---|---|---|---|
| I. krystaly | $H_2O$ | 18·0% | 12·92% |
| | ZnO | 28·0% | 29·40% |
| | $[\alpha]_D$ | ± 0° | — 7·27° [1] |
| II. krystaly | $H_2O$ | 18·04% | 11·4% |
| | ZnO | 28·12% | 30·8% |
| | $[\alpha]_D$ | ± 0° | — 7·77° [1] |

[1]) Otáčivá mohutnost mění se velmi koncentrací (JUNGFLEISCH a GODCHOT, Comptes rendus Ac. Sc. 140, p. 719.)

Data získaná s mikrobem Bertrandovým souhlasí úplně se složením laktátu racemického $(C_3H_5O_3)_2$ Zn + $3H_2O$, který obsahuje: $H_2O$ 18·18%, ZnO 27·27% a má $[\alpha]_D = \pm 0^0$, kdežto data pro bacilla Effrontova odpovídají úplně l-laktátu $(C_3H_5O_3)_2$ Zn + $2H_2O$, jenž obsahuje: $H_2O$ 12·89%, ZnO 29·03% a má $[\alpha]_D = -9^0$.*)

Z matečných louhů po laktátu zinečnatém byla vyloužena kyselina jantarová éterem po předchozím okyselení kyselinou sírovou. Po odpaření éteru vykrystalovala ze zbylého syrupu kyselina jantarová, jež pak z vody byla ještě překrystalována. Bylo získáno kyseliny jantarové:

Bertrandův mikrob 0·063 *g*, Effrontův bacil 0·440 *g*, t. j. 0·26%, resp. 2·59% cukru bylo převedeno v kyselinu jantarovou.

Čistota krystalů kontrolována byla na bloku Maquennově bodem tání (187—188°) a alkalimetrickým určením váhy molekulové (118); zahříváním krystalů tvořil se bílý dým zápachu nadmíru dráždivého a neutrálný jich roztok sodnatý dával s chloridem železitým charakteristickou, červenou sraženinu jantaranu železitého.

Rozdíly mezi oběma mikroby jsou tu tedy velmi nápadné. Bacillus bulgaricus zkvašuje ve stejné době daleko větší množství laktosy než mikrob proteolytický. Kdežto mikrob Bertrandův převádí veškeru laktosu v kyselinu mléčnou, t. j. rendement v této kyselině je 100%ní, a jen as 5% celkové acidity připadá na jiné kyseliny, mikrob Effrontův zužitkuje jen 72% cukru k tvorbě kyselin, zejména mléčné, a na ostatní kyseliny připadá tu as 30% celkové acidity. Nejpodstatnější rozdíl jest v otáčivosti utvořené kyseliny mléčné; kdežto mikrob Bertrandův dává kyselinu neaktivní, mikrob Effrontův za stejných okolností vyrábí kyselinu pravotočivou. Zdá se, že oba mikrobi tvoří napřed z cukru kyselinu racemickou, t. j. směs molekulárních množství dvou kyselin stejně silně, ale opačně otáčejících, jež mikrob bulharský dále neatakuje, kdežto mikrob Effrontův úplně stravuje kyselinu levou a zůstavuje druhou formu kontrérní, jež jako produkt dále nezkvasitelný přítomna jest

*) Aktivní laktaty zinku mají otáčivou mohutnost směru opačného otáčivosti kyselin jim odpovídajících.

ve množství, odpovídajícím přesně jedné polovině zkvašeného cukru.

Vedle kyseliny mléčné vytvořují oba mikrobi kyselinu jantarovou, mikrob Effrontův ve množství desetkrát větším. Také kyselin těkavých vyrábí u větším množství mikrob Effrontův, t. j. čtyřikrát více než bacillus bulgaricus.

### 4. Vliv mikrobů na umělá prostředí s glukosou, galaktosou a mannosou.

Bylo použito téhož prostředí jako v případě předešlém, jen laktosa byla v něm nahražena glukosou, galaktosou nebo mannosou, kterých v pokusech kontrolních bylo obsaženo 4·235, resp. 3·980, resp. 4·048 *g*. Z toho 0·208 *g* připadá na redukující součást, obsaženou ve výtažku sladovém.

Glukosa (tab. VII. a VIII.) jest oběma mikroby velmi energicky rozkládána, zvláště mikrobem bulharským. V obou případech zůstává však nezkvašeno ono nepatrné množství redukující substance, obsažené ve výtažku sladovém. Roztoky glukosy jsou pro oba mikroby prostředím velmi vhodným a skoro tak dobrým jako mléko s přísadou uhličitanu vápenatého. Také glukosu převádí bacillus bulgaricus úplně v kyselinu mléčnou, kdežto celková acidita mikrobem Effrontovým vyrobená odpovídá jen 71% zkvašené glukosy, podobně jako konstatováno bylo u laktosy.

U žádného z použitých cukrů ani s glukosou (tab. VII. a VIII.), ani s galaktosou (tab. IX.), ani s mannosou (tab. X.) nedošlo k přeměně jednoho mikroba ve druhého; ani u kultur starých, v nichž již cukr dávno byl zkvašen, nebyla pozorována u mikroba bulharského tvorba pokožek a dalo-li se nové mléko kulturou tou vůbec koagulovati, pak nechoval se mikrob nikdy jako ferment proteolytický, nýbrž převedl v roztok nejvýše 10% veškerého kaseinu. Nikdy také mikrob Bertrandův nenabyl schopností k rozkladu samotného peptonu. Také bacil Effrontův ani po 20 nedělích nezměnil svých vlastností, vždycky dařilo se mu výborně v roztoku samotného peptonu, na povrchu roztoků tvořil povlaky spory obsahující a dával normální koagulaci mléka, provázenou rychlým rozpouštěním kaseinu.

---

Tabulka I.

## Vliv bacilla bulharského v mléko.

Pro 100 g mléka:

| Stáří kultury ve dnech | Kaseinu rozpuštěno | | Laktosy zkvašeno | | Kyseliny mléčné | | Koagulace mléka: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg | % | mg | % | nalezeno v mg | utvořeno ze 100 č. cukru | |
| *a)* při teplotě 30° C: | | | | | | | |
| 2 | 86 | 3 | . | . | . | . | + |
| 5 | . | . | 1958 | 40 | 2115 | 108 | + |
| 8 | 257 | 9 | 2079 | 43 | 2232 | 112 | + |
| 10 | . | . | 2126 | 44 | 2313 | 109 | + |
| 15 | 289 | 10 | 2063 | 42 | 2196 | 106 | 0 |
| 19 | . | . | 2042 | 42 | 2277 | 111 | 0 |
| 24 | 320 | 11 | 2042 | 42 | 2313 | 113 | 0 |
| 37 | . | . | 2126 | 44 | 2313 | 109 | 0 |
| 92 | . | . | 2084 | 43 | 2306 | 111 | 0 |
| 138 | . | . | 2150 | 44 | 2313 | 107 | 0 |
| *b)* při teplotě 40° C: | | | | | | | |
| 4 | . | . | 2209 | 45 | 2430 | 110 | + |
| 9 | . | . | 2361 | 49 | 2502 | 106 | 0 |
| 16 | . | . | 2261 | 47 | 2465 | 109 | 0 |

---

Tabulka II.

## Vliv bacilla Effrontova v mléko:

Pro 100 g mléka:

| Stáří kultury ve dnech | Kaseinu rozpuštěno | | Laktosy zkvašeno | | Kyseliny mléčné | | Koagulace mléka: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg | % | mg | % | nalezeno v mg | utvořeno ze 100 č. cukru | |
| Při teplotě 30° C: | | | | | | | |
| 1 | 1750 | 61 | . | . | . | . | + |
| 3 | . | . | 483 | 10 | 360 | 75 | + |
| 7 | 1990 | 69 | 777 | 16 | 504 | 65 | + |
| 12 | . | . | 1218 | 25 | 504 | 41 | + |
| 16 | 1450 | 51 | 1444 | 30 | 585 | 40 | + |
| 27 | | . | 2667 | 55 | 504 | 19 | + |
| 40 | 2630 | 92 | 1759 | 36 | 693 | 39 | + |
| 138 | . | . | 2932 | 60 | 756 | 26 | + |

Tabulka III.

## Vliv bacilla bulharského v mléko s přísadou $CaCO_3$.

| Stáří kultury ve dnech: | Laktosy zkvašeno | | Pro 100 g mléka: Kyseliny mléčné | | Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg | % | nalezeno v mg | utvořeno ze 100 č. cukru | | Koagulace | acidita v mg kys. mléčné | rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
| **Při teplotě 30° C:** | | | | | | | | |
| 5 | 3350 | 69 | (1809)[1] | . | 0 | + | 2313 | 9 |
| 8 | 4370 | 90 | (1535) | . | 0 | + | 2170 | 9 |
| 10 | 4606 | 95 | (1350) | . | 0 | + | . | . |
| 15 | 4861 | 100 | (963) | . | 0 | + | 2210 | 10 |
| 19 | 4861 | 100 | (882) | . | 0 | + | 2011 | 8 |
| 24 | 4861 | 100 | . | . | 0 | + | 1450 | 7 |
| 30 | 4861 | 100 | . | . | 0 | [2] | . | . |
| 40 | 4861 | 100 | . | . | 0 | + | 1625 | 8 |
| 92 | 4861 | 100 | . | . | 0 | + | 562 | 5 |
| 139 | 4861 | 100 | 5298 | 109 | 0 | + | . | . |

[1]) Data v závorkách udávají aciditu mléka nad uhličitanem vápenatým.

[2]) Koagulace provázená rozpouštěním kaseinu; příčinou byla nedostatečná sterilisace tohoto mléka kontrolního.

Tabulka IV.

## Vliv bacilla Effrontova v mléko s přísadou $CaCO_3$.

| Stáří kultury ve dnech | Laktosy zkvašeno | | Pro 100 g mléka: Kyseliny mléčné | | Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg | % | nalezeno v mg | utvořeno ze 100 č. cukru | | Koagulace | acidita v mg kys. mléčné | rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
| **Při teplotě 30° C:** | | | | | | | | |
| 3 | 784 | 16 | . | . | + | + | 524 | 69 |
| 7 | 1407 | 29 | (504)[1] | . | + | + | 502 | 61 |
| 12 | 1675 | 34 | (423) | . | + | + | . | . |
| 16 | 1860 | 38 | (423) | . | + | + | 540 | 65 |
| 27 | 2147 | 44 | (540) | . | + | + | . | . |
| 40 | 2630 | 54 | (387) | . | + | + | . | . |
| 138 | 2636 | 54 | 1665 | 63 | + | + | 420 | 58 |
| 2 roky [2]) | 1867 | 38 | . | . | + | + | . | . |

[1]) Data v závorkách udávají aciditu mléka nad uhličitanem vápenatým.

[2]) Kultura chována v zatavené trubici.

Tabulka V.

## Vliv bacilla bulharského v umělé prostředí s laktosou.

| Stáří kultury ve dnech: | Laktosy zkvašeno mg | Laktosy zkvašeno % | Pro 100 g roztoku: Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: Koagulace | Po přenesení do mléka: acidita v mg kys. mléčné | Po přenesení do mléka: rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *a)* při teplotě 30° C: | | | | | | |
| 5 | 1118 | 30 | 0 | + | 2408 | 10 |
| 8 | 1990 | 53 | 0 | + | 2030 | 8 |
| 10 | 1118 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 2930 | 78 | 0 | + | 862 | 6 |
| 33 | 3040 | 80 | 0 | [1]) | . | . |
| 35 | 4090 | 100[2]) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | 4090 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 90 | 4090 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *b)* při teplotě 40° C: | | | | | | |
| 9 | 3354 | 82 | 0 | + | . | . |
| 14 | 4090 | 100 | 0 | + | 2002 | 8 |
| 30 | 4090 | 100 | 0 | 0 | . | . |
| 72 | 4090 | 100 | 0 | 0 | . | . |

[1]) Koagulace s rozpouštěním kaseinu; příčinou byla nedostatečná sterilisace.

[2]) Celková acidita vyjádřená v kyselině mléčné byla 4256 mg, t. j. ze 100 č. cukru vzniklo 104 č. kyselin.

---

Tabulka VI.

## Vliv bacilla Effrontova v umělé prostředí s laktosou.

| Stáří kultury ve dnech: | Laktosy zkvašeno mg | Laktosy zkvašeno % | Pro 100 g roztoku: Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: Koagulace | Po přenesení do mléka: acidita v mg kys. mléčné | Po přenesení do mléka: rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Při teplotě 30° C: | | | | | | |
| 3 | 567 | 15 | + | + | . | . |
| 7 | 1391 | 37 | + | + | 483 | 72 |
| 12 | 1102 | 29 | + | + | . | . |
| 34 | 2830 | 75[1]) | + | + | 562 | 67 |
| 36 | 2694 | 71[2]) | + | + | . | . |
| 40 | 3470 | 92 | + | + | 528 | 63 |

[1]) Kyseliny mléčné utvořeno 2114 mg, t. j. rendement 75%.

[2]) » » » 1782 » » » 66%.

Tabulka VII.

## Vliv bacilla bulharského v umělé prostředí s glukosou.

Pro 100 g roztoku:

| Stáří kultury ve dnech: | Glukosy zkvašeno mg | Glukosy zkvašeno % | Acidita roztoku nad $CaCO_3$ v mg kys. mléčné | Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: Koagulace | Po přenesení do mléka: acidita v mg kys. mléčné | Po přenesení do mléka: rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *a)* při teplotě 30° C: | | | | | | | |
| 5 | 2970 | 74 | . | 0 | + | . | . |
| 8 | 3910 | 97 | (891) | 0 | + | 2108 | 9 |
| 10 | 2115 | 53 | (891) | 0 | + | . | . |
| 15 | 3675 | 91 | . | 0 | + | 2315 | 10 |
| 19 | 4027 | 100 | (198) | 0 | + | 1890 | 6 |
| 24 | 4027 | 100 | (198) | 0 | + | 2221 | 8 |
| 29 | . | . | . | 0 | + | 1020 | 5 |
| 92 | 4027 | 100 | (81) | 0 | 0 | . | . |
| 140 | 4027 | 100 | . | 0 | 0 | . | . |
| *b)* při teplotě 40° C: | | | | | | | |
| 2 | 3061 | 76 | . | 0 | + | . | . |
| 3 | 3946 | 98 | . | 0 | + | . | 9 |
| 5 | 4027 | 100 | . | 0 | + | 2110 | 6 |
| 30 | 4027 | 100 | . | 0 | + | 1440 | 5 |
| 90 | 4027 | 100 | . | 0 | 0 | . | . |

Tabulka VIII.

## Vliv bacilla Effrontova v umělé prostředí s glukosou.

Pro 100 g roztoku:

| Stáří kultury ve dnech: | Glukosy zkvašeno mg. | Glukosy zkvašeno % | Acidita roztoku nad $CaCO_3$ v mg kys. mléčné | Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: Koagulace | Po přenesení do mléka: acidita v mg kys. mléčné | Po přenesení do mléka: rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Při teplotě 30° C: | | | | | | | |
| 3 | 591 | 15 | . | + | + | 620 | 69 |
| 7 | 1055 | 26 | (270) | + | + | . | . |
| 12 | 1875 | 47 | (270) | + | + | . | |
| 16 | 2570 | 64 | (198) | + | + | . | . |
| 40 | 4027 | 100 | [1]) | + | + | 504 | 63 |
| 143 | 4010 | 100 | . | + | + | 542 | 65 |

[1]) Kyseliny mléčné utvořeno 2871 mg, t. j. rendement 71%.

Tabulka IX.

## Vliv bacilla bulharského v umělé prostředí s galaktosou.

Pro 100 g roztoku:

| Stáří kultury ve dnech: | Galaktosy zkvašeno mg | Galaktosy zkvašeno % | Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: Koagulace | acidita v mg kys. mléčné po 5 až 7 dnech | rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Při teplotě 40° C: | | | | | | |
| 2 | 1358 | 36 | 0 | + | 2461 | 9 |
| 5 | 2339 | 62 | 0 | + | 2406 | 11 |
| 14 | 3772 | 100 | 0 | + | . | . |
| 21 | 3772 | 100 | 0 | + | 2308 | 8 |
| 42 | 3772 | 100 | 0 | + | . | 5 |
| 96 | 3772 | 100 | 0 | 0 | . | . |
| 121 | 3772 | 100 | 0 | 0 | . | . |

Tabulka X.

## Vliv bacilla bulharského v umělé prostředí s mannosou.

Pro 100 g roztoku:

| Stáří kultury ve dnech: | Mannosy zkvašeno mg | Mannosy zkvašeno % | Vzrůst v roztoku peptonu | Po přenesení do mléka: Koagulace | acidita v mg kys. mléčné po 5 až 7 dnech | rozloženo kaseinu % po 5 až 7 dnech |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Při teplotě 40° C: | | | | | | |
| 4 | 2150 | 56 | 0 | + | . | . |
| 9 | 806 | 21 | 0 | + | . | . |
| 12 | 3840 | 100 | 0 | + | 2020 | 7 |
| 26 | 3840 | 100 | 0 | + | 2243 | 6 |
| 60 | 3840 | 100 | 0 | 0 | . | . |
| 74 | 3840 | 100 | 0 | 0 | . | . |
| 116 | 3840 | 100 | 0 | 0 | . | . |

VII.

# Anarithmetik (Alogistik).

(Verlust der Fähigkeit zu rechnen.)

Von

Prof. Dr. **Ant. Heveroch.**

Durch Übung lernt der Mensch sprechen, d. i. sich mittelst des gesprochenen oder geschriebenen Wortes verständigen und durch Übung lernt der Mensch auch rechnen. In der Schule lernen wir rechnen, d. i. es wird uns die Kenntnis einzelner Zahlen als der Begriffe bestimmter Größen und der diese Größen ausdrückenden Zeichen: gesprochener und geschriebener Ziffern, beigebracht. Wir lernen Ziffern aussprechen und schreiben.*) Wir lernen die Rechnungsoperationen: das Addieren, das Multiplizieren, das Subtrahieren, das Dividieren und die Zeichen, durch welche diese Rechnungsarten ausgedrückt werden. Wir rechnen mit ganzen Zahlen und Brüchen und dies wieder mit gemeinen Brüchen und Dezimalbrüchen. — In der Mittelschule hat man uns Algebra gelehrt. In der Zahlentheorie werden die Eigenschaften ganzer Zahlen besprochen.

Die Fähigkeit zu rechnen, die Anlage zur Mathematik, ist bei verschiedenen Menschen verschieden, aber es gibt einen gewissen Durchschnitt dieser Anlage und die mathema-

---

*) Die geschriebene Ziffer drückt eine Zahl, einen schon fertigen Begriff aus und unterscheidet sich dadurch vom geschriebenen Worte, das aus Buchstaben, den Zeichen einzelner Laute des ausgesprochenen Wortes, besteht. Die Ziffer, die gleich den Noten oder der chinesischen Schrift einen Begriff ausdrückt, ist in der ganzen Welt eine und dieselbe, sie ist international.

tischen Kenntnisse der Einzelnen sind alsdann durch diese Anlage gegeben und durch die Art, wie der Einzelne Mathematik gelernt und sich darin geübt hatte.

Wir kennen Fälle ungewöhnlicher Rechner. Es handelt sich in der Regel um ein ungewöhnliches Zahleng e d ä c h t n i s. Seltener ist die Anlage, die gegenseitigen Verhältnisse, Beziehungen der mathematischen Begriffe wahrzunehmen. Es ist bekannt, daß der 9jährige, durch Intuition hervorragende, geniale Gauss, vor die Aufgabe gestellt, die Summe der Zahlen von 1—40 schnell zu berechnen, sofort beim Anblicken der Zahlenreihe: 1, 2, 3, 4 . . . . 37, 38, 39, 40 wahrgenommen hatte, daß $1 + 40 = 41$, $2 + 39 = 41$, $3 + 38 = 41$ u. s. w. oder, daß die Summe der mathematischen Zahlenreihe gleich ist der Summe des ersten und letzten Gliedes, multipliziert mit der halben Gliederanzahl: $S = (a_1 + a_n)\frac{n}{2}$.

Unsere mathematischen Kenntnisse stützen sich einesteils auf unser Gedächtnis, anderenteils auf unsere Urteilskraft, die Fähigkeit Quantitäten und quantitative Verhältnisse zu abstrahieren.

Daraus geht schon hervor, daß eine Abnahme mathematischer Kenntnisse dort eintreten wird, wo eine Abnahme des Gedächtnisses und der Urteilskraft besteht. Wir prüfen das Gedächtnis eines Kranken dadurch, indem wir ihn das Einmaleins aufsagen lassen; wir prüfen seine Urteilskraft, indem wir ihm je nach seinem Bildungsgrade mehr oder minder komplizierte Rechenaufgaben aufzulösen geben. Die Einbuße mathematischer Kenntnisse wird regelmäßig in den psychiatrischen Krankengeschichten angeführt.

Doch hat uns die Praxis gelehrt, daß von jenen Kranken, die die Sprache verloren, manche auch nicht rechnen können; der Unterschied ist der, daß bei den Psychosen, namentlich den Demenzen, der Rückgang mathematischer Kenntnisse mit der Abnahme des Gedächtnisses und der Urteilskraft Hand in Hand geht, wogegen sich in den Fällen von Gehirnkrankheiten um den Verlust des Rechenvermögens an und für sich,*) um einen abgesonderten Verlust han-

*) Das theoretische Rechenvermögen heißt im Griechischen *ἀριθμητική*, das praktische wird *λογιστική* genannt, weshalb ich den

delt, gerade so, wie es sich bei den Sprachstörungen um die Einbuße des Vermögens handelt, sich mittelst des Wortes zu verständigen, wiewohl ein solcher mit der Sprachstörung behafteter Patient, neben der Störung dieses besonderen Vermögens, ein unversehrtes Gedächtnis und eine gesunde Urteilskraft behält.

In ausführlichen Krankengeschichten der Sprachstörungen finden wir bisweilen die Störung des Rechenvermögens verzeichnet vor. Einmal wird dieselbe als eine der Sprachstörung gleichgestellte Störung angeführt, ein andermal überrascht sie dadurch, daß Patienten, die Worte nicht lesen können, Zahlen zu lesen vermögen.*) Und wieder ein andermal spricht der Kranke schlecht, schreibt aber Worte, wobei er verhältnismäßig besser noch Zahlen schreibt und die Grundrechnungsarten kann.

Bastian behandelt im XIII. Kapitel seines Buches »On aphasia« in einem besonderen Absatz die Störungen des Rechnens. Er sagt darin:

»Aphatiker sprechen Zahlen nicht besser aus als andere Worte, noch verstehen sie Zahlen besser als andere Worte, aber sie vermögen Zahlen zu lesen und zu schreiben, wenn sie Worte nicht lesen und schreiben können.«

Bastians Patientin, die an fast gänzlicher kortikalen Aphasie mit Alexie leidet, vermag Zahlen zu lesen, bringt sel-

---

Verlust dieses Vermögens Anarithmetik, Alogistik benenne.

*) Kol. Stěrba hat auf mein Ansuchen zwei solche von mir im Vortrage demonstrierte Krankheitsfälle im »Časopis lék. českých« 1914 beschrieben. Die mit einer rechtseitigen homonymen Hemianopsie behafteten Kranken konnten nicht lesen, schrieben aber gut, verstanden das Gesprochene und sprachen korrekt. Solche Fälle werden als reine Alexie beschrieben; es handelt sich hier jedoch nicht um das Unvermögen zu lesen d. i. die Bedeutung des geschriebenen Wortes oder Buchstabens zu verstehen, sondern um die Unfähigkeit, das ganze Wort mit einem einzigen Blick, wie der Gesunde es liest, zu überfliegen, um die Unfähigkeit, das Wort nach den Buchstaben zu lesen, da der Kranke nicht vom Buchstaben zum Buchstaben schreitet, sondern dieselben überspringt und die Worte infolgedessen nicht zusammensetzt. Die Ziffer, dieses an Grösse den einzelnen Buchstaben gleichkommende Zahlzeichen, vermögen aber solche Patienten wohl zu überlesen.

be zum Ausdruck, addiert, kann aber nicht subtrahieren und multiplizieren.

Patient LXI. hat Gesprochenes vollkommen verstanden, vermochte aber weder zu lesen noch zu schreiben, sprach spontan und bei Wiederholung der Sätze paraphatisch und konnte zweistellige Zahlen nicht aufschreiben.

Bastian erklärt den Fall damit, daß ein besonderes Zentrum für Zahlen und ein anderes für Worte besteht und daß beide Zentren von einander entfernt sind, sodaß die Zentren von der Störung in ungleichem Grade betroffen werden.

Als Beleg hiefür zitiert Bastian die Fälle Trousseaus und Capdevilles, wornach der Kranke wohl gelesene Worte keineswegs aber Zahlen begriff.

Das Faktum, daß Aphatiker Ziffern zu lesen vermögen, erklärt Dejerine und Broadbent damit, daß die Ziffer einen Begriff darstellt und sie nicht wie der Buchstabe, ein Zeichen des das Wort erst bildenden Lautes ist.

Ein besonderes Kapitel wird der Störung des Rechenvermögens von Heilbronner in Lewandovski's »Handbuch der Neurologie« S. 1009 gewidmet.

Kranke, die nicht lesen können, vermögen Zahlen, wenn nicht laut, so doch im Flüsterton zu lesen und zwar hauptsächlich einfache und zweistellige Zahlen; von den mehrstelligen können sie 100, 1000 und die Jahreszahl lesen. Diejenigen, die Worte nicht schreiben können, schreiben ein- oder zweistellige Zahlen, es besteht aber in solchen Fällen nicht absolute Agraphie, sondern Paragraphie = geschriebene Paraphasie.

»Absolutes Unvermögen auf der einen Seite (Worte und Buchstaben), ganz ungestörte Funktion auf der anderen (Zahlen und Ziffern) im gleichen Fall wird sich bei eingehender und länger fortgesetzter Prüfung sehr selten, wenn überhaupt, ergeben.«

Heilbronner führt weiter aus, daß Patienten, die mit schweren Störungen der spontanen Sprache behaftet sind, auffallend gut Zahlen hersagen, indem sie die Anzahl der ihnen vorgezeigten Finger oder vorgelegter Zündhölzchen an-

geben, sowie daß sie den Wert der Geldstücke*) mit einem Blicke abzuschätzen und die Uhr zu lesen vermögen; andere Patienten, die Worte schwer begreifen, erfassen Zahlen schnell und vermögen sie auch leichter zu wiederholen; die selbst an schwerer Sprachstörung leidenden Kranken bringen Additionen und Subtraktionen auch mehrstelliger Zahlen zu Stande. In anderen Fällen wieder ist die Störung des Rechnens stärker als die der Sprache.

---

Ich habe Patienten behandelt, bei denen die Störung des Rechenvermögens auffallend in den Vordergrund trat.

Ich halte dafür, daß eine Abhandlung über die Störung des Rechnens und der hiermit behafteten Kranken von Nutzen sein wird.

Einen meiner Patienten habe ich im »Vereine der böhmischen Ärzte« vorgeführt.

Ich lasse hier zunächst die Geschichten meiner eigenen Kranken folgen:

I. *K. F.,* 38jähriger Gärtner, hat plötzlich die Sprache eingebüßt. Vordem war er vollkommen gesund. Seine Frau hat eine Ptosis des rechten Augenlides und Parese der rechten Wange. Kinder haben sie nicht.

Befund am 12. Juli 1913:

Die Augenbewegungen sind nach allen Richtungen normal. Die Pupillen reagieren gut. Das Gesicht ist symmetrisch in der Ruhe als auch beim Sprechen. Die Zähne fletscht Patient richtig. Die Zunge wird gerade ausgestreckt, sie ist feucht und zittert unmerklich. Den weichen Gaumen hebt er gleichmäßig. Patient kann weder pfeifen noch pusten. Er schluckt schlecht, der Speichel rinnt ihm beständig aus dem Munde. Die Bewegungen mit den oberen Extremitäten sind richtig. Die Kraft und Bewegungsfähigkeit der Hände ist normal. Der Gang und Körperhaltung sind richtig. Er springt sowohl auf dem rechten als auf dem linken Fuße gleich gut. Die Patellarreflexe sind lebhaft, namentlich

*) Die Geldkenntnis pflegt meiner Erfahrung nach bei den Aphatikern merkwürdig gut erhalten zu sein.

rechterseits. Kein Klonus der Achillessehne. BABINSKI's Symptom ist negativ. Beim Prüfen dieses Symptomes verfällt der Untersuchte in ein schluchzendes Lachen. Kein ROMBERGER'sches Symptom.

Der Patient kann kein verständliches Wort hervorbringen; versucht er zu sprechen, ist die Aussprache derart undeutlich, daß es schwer wird, sich mit ihm mündlich zu verständigen. Er lacht krampfhaft, wobei ihm der Speichel aus dem Munde läuft.

Befehle selbst sehr komplizierte, mögen selbe mündliche oder schriftliche sein, versteht der Kranke vollkommen gut. Er vermag Gedrucktes vollkommen richtig in die Schrift umzusetzen. Seinen Namen sowie die Namen von Gegenständen schreibt er korrekt auf; er kann sogar die vor ihm ausgeführten Handlungen schriftlich korrekt wiedergeben.

Der Patient soll früher ein guter Rechner gewesen sein; er hat die III. Bürgerschulklasse absolviert. Heute rechnet er selbst schriftlich sehr mangelhaft. Beim Addieren fängt er bei den Zehnern an und rückt dann zu den Einern vor. Das Zählen nach der Zahlenfolge gelingt. Auf meine Frage, wieviel $4 \times 9$ ist, schreibt Patient: $9 \times 9 = 94$ (sichtliche Perseveration).

Addiert:

$8 + 3 = 12$ . . .
$6 + 9 =$ ? weiß er nicht.

$$\begin{array}{r} 17 \\ 8 \\ \hline 17 \end{array}$$

Multipliziert: $67 \times 54$

$$\begin{array}{r} \hline 242 \\ 255 \\ \hline 2 \end{array}$$

Das Bild eines Drei- und Viereckes, eines Kreuzes, das schematische Bild einer Kirche erkennt er und schreibt sofort die richtigen Benennungen hinzu.

Am 17. Juni 1913:

Patient spricht die Zahlen: 2, 4, 8, 9, 7, 3 verschwommen aus, zeigt an den Fingern, was eine jede Zahl bedeutet. Die ihm vorgeschriebenen Aufgaben löst er folgenderweise:

$3 + 2 = 6$
$5 + 4 = 13$
$10 - 5 = 5$
$7 + 2 = 9$
$7 - 2 = 5$
$8 - 3 = 6$
$15 - 8$ ... (weiß er nicht)
$7 \times 12$ ... (weiß er nicht)

$9 - 6 = 14$
$27 - 15$ ... (weiß er nicht)
$4 \times 3 = 21$
$5 \times 7 = 35$
$6 \times 9 = 36$
$8 \times 13 =$ (weiß er nicht)
$20 : 3 = 23$
$12 : 4$ ... (weiß er nicht)

Auf ein Diktat hin schreibt er die Ziffern gut. Aber statt $9 + 7$ schreibt er: 9, 7; zum zweitenmal: 9 7 und aufgefordert das »und« zu setzen schreibt der Kranke: 9 und 7.

Statt $12 + 13$ (Additionszeichen) schreibt er $12 - 13$.

$6 \times 9$ hat er richtig aufgeschrieben. Das Gleichheitszeichen = wird sofort von ihm richtig korrigiert. Aufgefordert, $108 : 5$ zu schreiben, schreibt Patient: $1008 : 5$, und auf den Fehler aufmerksam gemacht, löscht er eine Null weg. Statt 1000 weniger 65 schreibt er $1000 : 65$. Die Rechenzeichen (+, —, :, ×) sind ihm nicht recht verständlich, das + hält er für das Multiplikationszeichen, das — für das Divisionszeichen.

Aufgefordert $(a + b)^2$ zu schreiben, schreibt Patient: $a = \sqrt[2]{}$. Das Beispiel: $\sqrt[3]{}$ 125 (Kubikwurzel aus 125) wandelt er in 125 $\sqrt[3]{}$ um; wie viel das ist, weiß er nicht.

$15^2$ gibt er mit: $15 - 2$; statt $321 \times 15$ wird $325 :$ geschrieben. Zum zweitenmal: $325 \times 15$.

Multipliziert die nun vorgeschriebene Aufgabe:

325 × 15
325
1575
--
5

Wenn ich rasch diktiere, macht er das Multiplikationszeichen richtig.

Multipliziert eine weitere ihm vorgeschriebene Aufgabe:

$$\begin{array}{c} 416 \times 26 \\ \hline 2466 \\ - \\ 822 \\ - \\ \hline 2482 \end{array}$$

Ich diktiere dem Kranken die Divisionsaufgabe: 1072: 23, Patient schreibt 10072: 23 = 645. Ich schrieb ihm $27^2$ vor, der Untersuchte schreibt 44 hinzu.

Ich schreibe das Beispiel $\sqrt{2566723}$ vor. Patient zählt sich die Zahlen ab und teilt die Zahlen mittelst eines Striches also ab: 25/66723.

Ein Dreieck zeichnet er richtig, ebenso das Viereck.

Statt eines rechtwinkeligen Dreieckes zeichnet er ein spitzwinkeliges, statt eines stumpfwinkeligen Dreieckes ein Rhomboid. Aufgefordert einen spitzen Winkel zu zeichnen, zeichnet er ein Dreieck. Einen stumpfen Winkel bringt er nicht zu Wege.

Statt eines rechten Winkels zeichnet er wieder ein Dreieck. Nach langem Hin- und Hersuchen des rechten Winkels weist er auf die Ecke der Tischplatte hin. Als ich dem Patienten die von mir entworfenen Zeichnungen eines stumpfen und eines spitzen Winkels vorgelegt habe, schreibt er deren richtigen Namen hinzu.

Aufgefordert, ein stumpfwinkliges Dreieck zu zeichnen, zeichnet er einen stumpfen Winkel.

Die Frage, wie der Flächeninhalt eines Dreieckes berechnet wird, beantwortet er schriftlich: Der Flächeninhalt des Dreieckes ist gleich die Basis mit der halben Höhe.

»Wie wird der Flächeninhalt eines Kreises berechnet?« Patient schreibt: Der Flächeninhalt des Kreises gleicht — mit dem halben Halbmesser.

$2\,\pi r$ und $\pi r^2$ liest er gut. Er zeigt, daß der Flächeninhalt des Kreises gleich ist $\pi r^2$.

$4/3\pi r^3$ kann er lesen, begreift aber nicht dessen Bedeutung.

Wie Zinsen berechnet werden, weiß er sich nicht mehr zu entsinnen.

Den Dreisatz: $4:5=x:9$ schreibt er $4:5=x:9$, weiß sich aber keinen Rat damit.

Patient schreibt die Worte, auf ein Diktat, wie folgt: kráva (Kuh) = Kráva, lampa (Lampe) = lanpa, okno (Fenster) = Okno, Praha (Prag) = Praha, nepochválil (er lobte nicht) = nepochvál, nemocnice (Krankenhaus) = Nemocnice, allons enfants = Salos Sanfan, *αἱ νικαὶ Ἑλληνικαί* = Hei nikai helenikai, Brotgeber = Brot-Geber, Ackerbauministerium (weiß nicht), Böhmerwald = Bömonhalt.

Patient zeichnet die Worte nicht ab, er schreibt sie dem Sinne nach ab.

Ich ersuche den Patienten die Buchstaben der Worte von oben nach unten zu schreiben:

Er schreibt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| nemocnice: | N | Praha: | P | kostel: | K |
| (Krankenhaus) | m | (Prag) | r | (Kirche) | o |
| | e | | a | | s |
| | ni | | ha | | te |
| | ce | | a | | l |

| | | | |
|---|---|---|---|
| dráteník: | D | louka: | L |
| (Drahtbinder) | r | (Wiese) | l |
| | a | | o |
| | t | | u |
| | e | | ka |
| | i | | |
| | k | | |

Praha (Prag) schreibt er immerwährend nebeneinander, endlich schreibt er:

P
r
a
ha
a

Auf meine Aufforderung das Wort pero (Feder) zurückzuschreiben, schreibt Patient:

P
r
o

Die Namen der ihm vorgehaltenen Gegenstände schreibt er ohne sich zu besinnen richtig auf. Kann sogar die vor seinen Augen ausgeführte Handlung mit einem Satze beschreiben z. Beisp.: »Der Herr Doktor sieht nach der Taschenuhr.«




Der Kranke erkennt die Landkarte von Böhmen und bezeichnet richtig die Lage Prags. Den Fluß Eger vermag er nicht in die Karte einzuzeichnen, die Beraun verschiebt er nach Ostböhmen. Aufgefordert die Karte von Böhmen durch Bezeichnung der Weltgegenden zu ergänzen, denkt er eine Weile nach und schreibt dann die Namen hinzu. (Siehe Abbildung, Blatt G.)

In die Karte hat Patient wie ersichtlich manche Orte ganz unrichtig eingezeichnet. Beim zweiten Versuch zeichnete

er die Stadt Eger richtig ein, aber Königgrätz setzte er ungefähr in die Gegend von Saaz, und Pilsen in die von Leitmeritz.

Während der Untersuchung fließt dem Untersuchten beständig der Speichel aus dem Munde.

Patient versteht alle Befehle vollkommen gut und führt geforderte Handlungen sowohl mit den oberen als auch den unteren Extremitäten richtig aus (salutiert, ahmt das Violinspielen nach, öffnet Türen u. s. w.). Sein Benehmen im Krankenhause ist der Situation angemessen, er geht auf den Gängen umher, erkennt Ärzte und die Mitkranken.

Ein solch' interessanter Fall wird wohl selten gefunden! Der Kranke büßt plötzlich die Fähigkeit ein, Worte, Sätze hervorzubringen, behält dabei vollkommenes Verständnis für Gesprochenes und Geschriebenes und kann die Gedanken korrekt schriftlich zum Ausdruck bringen.

In Anbetracht dieser Charaktere handelt es sich entweder um Amerisie, reine motorische Aphasie oder um Anarthrie, um die Störung $f_2$ oder $f_3$ meines Schemas der Aphasien.

Beim aufmerksamen Beobachten der Sprache des Kranken wurde alsbald festgestellt, daß Patient gutgegliederte Worte besonders undeutlich ausspricht, ferner, daß er schlecht schluckt (der Speichel fließt ihm beständig aus dem Munde) und daß er weder pfeifen noch pusten kann. Kurz, seine Sprachmuskulatur ist gelähmt. Patient kann nicht sprechen, weil er infolge Lähmung des Sprachmechanismus Worte nicht hervorbringen kann, es handelt sich bei ihm um die auf Paralyse des Sprachmechanismus beruhende Anarthrie. Weder seine Lippen noch seine Zunge sind atrophisch, der Kranke hat Lachkrampfanfälle, er leidet an Pseudobulbärparalyse, die die Funktion der Extremitäten in keiner Weise beeinträchtigt hat. Bei dem Kranken wurde jedoch eine andere interessante Störung festgestellt: Patient kann nicht rechnen, obwohl er ein guter Rechner gewesen, der sogar im Potenzieren und Radizieren geübt war. Patient vermag eine Reihe von Zahlen herzusagen, erkennt aber die Rechenzeichen nicht mehr mit Sicherheit, kann keine einzige Rechnungsart mehr

gründlich, wiewohl er sich eine gewisse Kenntnis, wie die Rechnungsarten ausgeführt werden, bewahrt hatte. Beim Multiplizieren, unterstreicht er den Multiplikanten, rückt, wenn er mit der zweiten Zahl multipliziert um eine Stelle weiter, unterstreicht die Summen und addiert dieselben. Beim Ziehen der zweiten Wurzel teilt er sich mittels eines Striches einige Zahlen von links ab, während wir mit dem Abteilen richtigerweise von den Einern niederer Ordnung zu den höheren, von rechts nach links schreiten. Patient weiß demnach wie wir uns zum Radizieren anschicken. Statt $(a + b)^2$ schreibt er $a = \sqrt[2]{\phantom{x}}$, verrät also Kenntnis von der Nähe der Potenz und der Wurzel. Der Inhalt seiner Ausrechnungen ist fast durchwegs falsch, nur in der Form des Abwickelns der Rechenaufgaben sind Spuren des Wissens angedeutet, wie die Rechnungsart ausgeführt wird.

Der Kranke äußert bei intaktem Sprach- und Schreibvermögen (wegen der Lähmung der Lippen und der Zunge kann er Worte allerdings nicht mündlich hervorbringen) eine fast gänzliche Einbuße arithmetischer Kenntnisse — Anarithmetik. Ich habe aber noch eine andere Störung bei dem Kranken entdeckt und zwar in seinen geographischen Kenntnissen. Patient erkennt die Karte von Böhmen, aber die Angabe der Weltgegenden ist (bis auf den Süden) ganz unrichtig. Die Stadt Eger lokalisiert er nach Ostböhmen (man beachte, daß er Eger wieder in den äußersten Zipfel eines Ausläufers einzeichnet), Pilsen lokalisiert er in das nordöstliche Böhmen.

Wir werden die Erklärung für die Störung mathematischer und geographischer Kenntnisse nicht in pseudobulbärer Paralyse suchen; hier kommen besondere Störungen in Betracht. Die Störung arithmetischer Kenntnisse zu lokalisieren, haben nicht einmal die Anhänger der klassischen Aphasie-Lehre, die einzelne klinische Typen lokalisieren, gewagt. Von einer selbständigen Störung geographischen Wissens wird bei den Sprachstörungen nicht gesprochen. Obgenannte Störungen werden in den, die Agnosie behandelnden Arbeiten angeführt (bei Badal, Bernheim und and.); hier ist notwendig zu unterscheiden: das geographische

Sichorientieren, das in der Erinnerung sich abspielt, und das Sichorientieren in Wirklichkeit, im Wohnorte.

Der vorliegende Fall ist ein schöner Beleg für die Einbuße des mathematischen und geographischen Wissens bei ungestörter Reproduktion und Gliederung der Worte, die infolge der Lähmung der Sprechmuskulatur nicht ausgesprochen werden können, und bei erhaltener Intelligenz.

II. *K. R.*, 30jähriger Sparkassabeamte. Seine Familie machte die Wahrnehmung, daß Patient seit etwa einem halben Jahre das Gedächtnis verliert. Vor etwa 3 Wochen hat er das Rechnen vergessen und die Handschrift geändert. Wußte die Lage des Wenzelsplatzes nicht anzugeben und kann sich der Namen seiner Bekannten nicht entsinnen. Der Kranke verfällt zeitweise in einen tiefen Schlaf, aus dem er erst nach 12 Studen erwacht. Eine länger als ein halbes Jahr anhaltende Pupillenerweiterung war vorhanden. Der Patient klagt seit 1/4 Jahr über Halsschmerzen und Mittelohrentzündung.

Seit 3/4 Jahren klagt Patient über Händezittern. Er dissimuliert seine Krankheit vor der Umgebung, fühlt sich aber krank. Während des Landaufenthaltes hat er einmal die Wäsche verunreinigt und wußte sie nicht wegzuräumen. Eine luetische Infektion vor 3 Jahren ist sichegestellt. Sein Vater starb an Schlagfluß, die Mutter an Schwindsucht. Geschwister gab es 10, von diesen sind 5 gestorben; 1 Bruder starb an Schwindsucht, die übrigen im Kindesalter. Von den Lebenden ist eine Schwester schwachsinnig, die anderen Geschwister sind gesund.

Befund am 8. September 1912.

Der Kranke, — den ich in seiner Wohnung häuslich gekleidet antreffe — heißt mich in angemessener Weise willkommen. Seinen Namen sowie sein Alter gibt er richtig an. Weiß auch die Jahreszahl und das Numero des Hauses.

»Tag?« »Der 21. September . . .« (8. Sept.)

Um ihm die Orientierung zu erleichtern, frage ich, wann der St. Wenzelstag ist (28. IX.).

Patient: »Am 8. Oktober.«

Warum er beurlaubt sei? »Wegen . . . wegen Krankheit.«

»Was fehlt Ihnen? »Ich fühle gar nichts . . . eigentlich . . . ich kann nicht denken. Das Gedächtnis ist nicht so gut.«

»Wovon wird gegenwärtig in den Zeitungen geschrieben?« »Von diesem . . . römisch . . . preusisch . . . der Staaten . . . dem balkanischen Krieg . . . die Türkei gegen die Balkanstaaten in Bulgarien . . . und die Türkei . . . Montenegro . . .«

Welche Flüsse in Böhmen kenne er? »Die Moldau . . . die Eger . . . weiter . . . weiter . . . die Elbe . . . dann . . . ich weiß nicht mehr.«

Wie heißt der jetzige und wie hieß der frühere Bürgermeister von Prag? »Der jetzige Dr. Groš . . . vor ihm Dr. Srb, vor ihm wieder Dr. Srb, vor diesem Dr. Podlipný.«

Welchen Weg würde er vom Kohlmarkt (wo er wohnt) zum Landtagsgebäude gehen. »Durch diese . . . Perlgasse . . . über die Ferdinandsstraße am Theater vorbei . . . über die Brücke . . . (welche?) Elisabetbrücke . . .« (Die Beschreibung ist falsch.)

Der Kranke versteht Gesprochenes vollkommen, benennt die auf dem Tische liegenden Gegenstände richtig: Der Löffel, der Apfel, der Stein, die Uhr, die Weckuhr, der Ring, das Fläschchen, die Tinte. Genannte Gegenstände erreicht er mit der Hand. Weiß zu sagen, was der Hahn macht.

»Der Bräuer?« »Bier.«

Macht der Bräuer das Bier? »Braut.«

»Der Lehrer?« »Lehrt.«

»Der Hund?« »Bellt.«

»Das Pferd?« »Zieht und schreit . . . nein muht . . .«

Mancher Worte entsinnt sich der Kranke nicht.

Er sagt das Vaterunser: »Vater unser, der Du bist im Himmel, geheiliget werde Dein Name, Dein Wille geschehe, geschebe, Dein Wille geschehe, so wie . . . unser tägliches Brot gib uns heute . . .«

Nochmals anfangend: »Vater unser . . . Dein Name . . . Dein Wille geschehe . . .«

Es ist unmöglich, den Kranken zu einem zusammenhängenden Gespräch seinerseits zu bewegen. Beim Lesen verspricht er sich leicht.

Patient kann alle Verrichtungen des Alltagslebens ausführen und zeigen, kleidet sich selber an, kämmt sich, isst, brennt sich die Zigarre an.

Er rechnet:

| | |
|---|---|
| 4 × 8 = 48, | 18 + 18 = 25, |
| 5 × 6 = 40, | 10 + 20 = 30, |
| 5 × 12 = 50, 60, | 6 × 17 = . . . 120, |
| 5 × 2 = 6, | |

4 × 28 = 40 und 8 = 48,
4 × 48 ist 4 × 2 u. 4 × 8,
4 × 28 ? 4 × 20 u. 4 × 8 . . . 4 ×

| | |
|---|---|
| 428 × 37 | 15836 : 37 = 3 |
| 1264 | 1     4 |
| 4465 | 1 |
| 17105 | |

Der Kranke versteht den Vorgang beim Dividieren, verrechnet sich aber dabei.

Eine Reihe von geraden Zahlen sagt er gut her. Die ungeraden zurück:

19, 17, 15, 13, 14, 12, 10, 9, 7, 5, 2, 3, 1,
19, 17, 15, 14, 13, 14, 11, 9, 10, 8, 7, 5, 3, 2, 1.

Lieder erkennt er nach der Melodie sofort, kann die Melodie in reiner Weise nachpfeifen, sowie mit Textworten singen.

Von Geldstücken kennt er:

1 Hellerstück, 2 H., 5 H., »nein: 10 H.«, 20 H., 1 K, 2 K, 10 K, 20 K, 100 K — »weiter nichts« . . . 1000 K u. 50 Kronennote (vergass 5 K).

Farben bezeichnet er richtig.

Körperlich ist der Patient gesund, die Pupillen reagieren gut, das Gesichtsfeld ist normal, das Gesicht symmetrisch,

die Zunge wird gerade ausgestreckt. Romberg'sches Symptom vorhanden, kein Händezittern.

Am 22. Oktober 1912:

Patient fühlt sich besser. Hat bereits 30 g Jk verbraucht.

»Den wievielten haben wir heute?« »Den 25., 23. Oktober 1908, 1907, 1902.«

»Wovon wird in den Zeitungen geschrieben?« »Man schreibt über den russisch . . . japanischen Krieg, welcher ausgebrochen ist zwischen Japan und der Türkei . . . Griechenland . . . und Montenegro . . . und? . . . und Bulgarie.«

»Wie ist der Verlauf des Krieges?« »Die Türken wurden geschlagen von . . . diesen Slaven . . . Bulgaren . . . Serben oder Montenegrinern. Es ist nicht zum entscheidenden Krieg (?) Schlacht gekommen, aber sie wurden größtenteils in den Kriegen geschlagen . . .«

Patient bekennt, kein fleißiger Zeitungsleser zu sein.

Welche Flüsse kenne er in Böhmen? »Die Moldau, die Elbe, — die Eger . . . die Sasau . . . und . . .«

»Welche Städte liegen an der Beraun?« »Königsaal, dort mündet sie in die Elbe, in — die Moldau; Řewnitz, Beraun.«

Welchen Weg würde er vom Kohlmarkt auf den Hradschin wählen? »Durch Plateis, über die Ferdinandsstrasse, über die Franzensbrücke, am Palackydenkmal vorbei, über diesen Platz . . . (Palackýplatz) dort über diese Stiege . . .« (Falsch.)

»Wie heißt die Stiege?« »Hradeb' . . . Hradschiner . . .«

Der Kranke geht allein in der Stadt umher ohne sich je zu verirren.

Die Gegenstände benennt er gut, nur für ein Beinmesser findet er keine Bezeichnung. Gefragt, weist er auf die Gegenstände richtig hin.

Liest gut.

Rechnet:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $4 \times 9 = 49$ | $3 \times 7 = 21$ | $4 \times 12 = 46$ | $21 - 9 = \ldots 9$ |
| $9 \times 4 = 46$ | $7 \times 8 = \ldots 1$ | $12 + 7 = 19$ | $18 - 3 = 15$ |
| | | | $21 - 9 = 19$ |
| | | | $21 - 9 = 11$ |
| | | | $21 - 9 = \ldots 12 \ldots$ |

9 in 37 ist enthalten, $9 \times 37$ ist dreimal.

9 in 37 ist . . . viermal und . . .

Im Vaterunser lässt er den Satz aus »zu uns komme Dein Reich«. Zum zweitenmal sagt er das Gebet gut. Die 12 Monate sagt er richtig her, stockt aber bei Juni. Beim Aufzählen in umgekehrter Reihenfolge lässt er den August aus, nach Mai fällt ihm April nicht ein. Beim zweiten Versuch sagt er die Monate besser her, stockt aber wieder bei April . . . »Ju . .. (März) . . . Feber . . . Juni . . . Jänner.

Gerade Zahlen sagt er von 20 herab:
20, 18, 16, 14, 13, 12, 10, 8, 6, 4, 2, 1.

Zum zweitenmal:
20, 17, 14, 11, 9, 9, 7, 9, 6, 3, 0.

Melodien erkennt er gut. Soll er dieselben mit Worten begleiten, kommt es leicht zu Wortverwechslungen.

Geldstücke benennt der Kranke richtig. Zeigt alles gut. Schwankt weniger. Die Pupillen reagieren prompt. Die Patellarreflexe sind herabgesetzt.

Ruhiger geworden, rechnet Patient zum Schluß:

| | |
|---|---|
| $4 \times 9 = 36$ | $12 + 7 = 29, 19$ |
| $3 \times 12 = 36$ | $21 - 9 = 22, 12$ |
| $6 \times 6 = 36$ | $7 \times 8 = 56.$ |
| $2 \times 18 = 36$ | |

7. November 1912:

Patient ist fröhlicher gestimmt, fühlt sich wohler. Die Gegenstände benennt er korrekt. Auf die Frage: Wie würde er vom Kohlmarkt auf den Ausstellungsplatz gehen?, antwortet er: »Über den Kohlmarkt, Grünmarkt, Brückel, Graben, Obstmarkt . . .« (Falsch.)

Nochmals anfangend: »Kohlmarkt, Grünmarkt, Rittergasse, Obstmarkt, zum Pulverturm, Josefsplatz, Elisabeth-

straße, Elisabethbrücke, Bělskystraße — Ausstellungsplatz.« (Richtig.)

Der Kranke liest Kriegsberichte, weiß aber die Namen der Schlachtfelder nicht.

Rechnet:

| | |
|---|---|
| 7 × 9 = 61 | 8 × 7 . . . |
| 7 × 9 = 4 und . . . | 8 × 7 . . . |
| 7 × 9 = 73 | 3 × 12 = 36 |
| 4 × 7 = 28 | 6 × 6 = 36. |
| 9 × 5 = 45 | |

Das Vaterunser sagt er gut. Die 12 Monate sagt er richtig her. In umgekehrter Reihenfolge: Dezember, November . . . Oktober . . . September . . . Juli . . . Juni, Mai, April, März, Feber, Jänner.

Das Aufzählen der Wochentage sowohl der Reihe nach als auch zurück gelingt.

Die kontinuierliche Subtraktion der Zahl 3 von 30 herab zählt er wie folgt:

»30, 27, 24, 21, 17, 21 — 3 = 18, 15 — 12 — 8 »eigentlich« 9, 6, 3, 10.«

Der Patient liest bereits vollkommen gut. Soll er den Inhalt wiedergeben, wird er verlegen und redet sich aus, »daß er nicht aufmerkt habe«. Den Inhalt gibt er in unbeholfenem Stil wieder. Erzählt er, geschieht dies in einfachen Sätzen. In deutscher Sprache drückt er sich ebenso unbeholfen aus.

Die Patellarreflexe fehlen.

28. November 1912:

Der Zustand des Kranken hat sich nach Anwendung der Quecksilber-Salbe gebessert. Patient rechnet gut, begeht erst nach einigen richtig durchgeführten Aufgaben wieder Fehler. Die Namen der Gassen ruft er sich noch immer schwer ins Gedächtnis zurück. Seine Ausdrucksweise ist korrekt, wiewohl im kargen Stil gehalten. Patient äußert eine zufriedene Gemütsstimmung. Die Patellarreflexe fehlen, die Pupillen reagieren gut.

Am 1. September 1913:

Der Gesundheitszustand des Kranken ist gut. Patient geht ins Amt, befindet sich wohl, rechnet aber — schlecht.

Resumé: Der Sparkassenbeamte hat vor 3 Jahren eine luetische Infektion erworben. Seine Umgebung machte die Wahrnehmung, daß er seit einem halben Jahr das Gedächtniß verliert. Vor etwa 3 Wochen hat er das Rechnen vergessen und die Handschrift geändert. Der Kranke äußert amnestische Aphasie besonders für Eigennamen (für die Namen der Flüsse und Gassen) und hat die Fähigkeit zu rechnen eingebüßt. Nach Anwendung der grauen Salbe hat sich seine amnestische Aphasie gebessert, aber der Kranke rechnet immer noch sehr mangelhaft.

III. *S. W.*, 59jähriger Buchführer. Der Untersuchte stammt aus einer gesunden Familie; sein Vater starb im 74., die Mutter im 85. Lebensjahre. In der Familie gab es 15 Geschwister; ein Bruder starb an Paralyse, die anderen Geschwister sind gesund.

Patient hat in der Kindheit Masern durchgemacht. In der Schule lernte er mittelmäßig, beim Militär hat er die Charge eines Feldwebels erworben. Infiziert soll er nicht gewesen sein.

Im Jahre 1904 erkrankte er an schwerer Influenza mit den Anfangssymptomen einer Lungenentzündung. Um diese Zeit hat der Patient für immer den Geruchssinn eingebüßt. Er ist angeblich kein Trinker. Heiratete im Jahre 1867 eine Witwe, die zweimal abortiert hatte. Einen Sohn haben sie nach einem Jahr durch den Tod verloren. Die Frau des Untersuchten litt an Epilepsie, von der sie durch Rumtrinken (!) geheilt worden war. Seit 11 Jahren habe sie keine Anfälle mehr gehabt. Ich sah die Frau im heurigen Jahr — dieselbe leidet an Akromegalie.

Der Untersuchte ist Beamte einer Versicherungsanstalt und als solcher gezwungen, große Zahlenkolonnen rasch zusammenzuzählen. Am 11. September 1908 vormittags rechnete er noch gut, aber nachmittags konnte er, trotzdem er vollkommen ruhig war, plötzlich nicht weiterrechnen.

Der Untersuchte bringt keine richtige Rechnung zustande; faßt er beim Addieren eine Zahlenkolonne ins Auge, wird er vom Schwindelgefühl überrascht. Im Gespräch mit mir spricht er langsamer und entschuldigt sich »daß er rade-

brechen würde«, wenn er rascher sprechen müsste. Beim Sprechen stoßt er zuweilen mit der Zunge an.

Der Patient versteht Gesprochenes vollkommen gut. Hat eine leicht verzerrte Handschrift, die Wahl der Worte und der Sätze ist richtig. Er liest korrekt, und erfasst den Sinn des Gelesenen.

Die Additionsaufgabe: 49800 + 370 + 0,20 + 7549765 hat er richtig gelöst (= 7599935,20) nachdem er die Zahlen unter einander gesetzt hatte.

| Multipliziert: | Dividiert: |
| --- | --- |
| 496 × 387 | 2749564 : 752 = 369 |
| 3762 | 2260 |
| 3968 | 4895 |
| 1388 | 4612 |
| 171842 | —5836 |

Als der Kranke die zweite Zahl des Quotienten ausgerechnet hatte, habe ich deren 7 gehabt und bei der dritten Zahl erklärt der Kranke, nicht weiter rechnen zu können.

Körperlich ist er von hoher Gestalt, starkem Knochenbau, vorzüglichem Ernährungszustand. Die Pupillen reagieren normal, das Gesicht ist symmetrisch, die Zunge wird gerade ausgestreckt. Leichtes Zittern der gespreizten Finger, Patellarreflexe sind eher herabgesetzt. Sensibilität am ganzen Körper normal. Kein Romberg'sches Symptom. Jeder zweite Ton ober der Valvula bicuspidalis klingt doppelt. Leichte Trübung durch Eiweiß im Urin.

Den Kranken habe ich in einer Sitzung des Vereines der böhmischen Ärzte gezeigt; damals rechnete er immer noch schlecht. Gegenwärtig rechnet er wieder gut, erfüllt seine Amtsobliegenheiten und nur bei Anlass eines Zusammentreffens mit mir läßt er seine Klagen über Kopfschmerzen hören.

IV. *C. F.*, 46jähriger Ingenieur, hat als kleiner Knabe Scharlach gehabt. Lernte in der Volks- als auch in der Realschule gut; absolvierte die technische Hochschule, ist Maschineningenieur und leitet gegenwärtig eine Walzmühle.

Patient hat im Vorjahre eine schwere Influenza mit 'ieberanfällen durchgemacht. Zeitweise fühlt er ein Frösteln n den Abendstunden. An dem dem Weihnachtsabende 1908 orangehenden Samstage stand der Untersuchte morgens um lie gewohnte Stunde auf, wusch sich, wobei er plötzlich zu vimmern und den Mund zu verzerren begann; seine Frau ielt dies für einen Scherz. Die rechte Wange war gelähmt. 'atient hat bloß für eine Weile Schmerz in der rechten Hand erspürt. Zu Boden gesunken ist er nicht, wollte sich nicht inmal vom Amte zurückhalten lassen. Er hütete durch 14 'age das Bett, doch wollte er alleweil aufstehen, indem er Iüdigkeit infolge des Zubetteliegens vorspiegelte.

Der Kranke sprach schlecht d. i. seine Aussprache war nangelhaft infolge des Auslassens von Selbstlauten. Seine 'rau hat ihn verstanden. Er selbst soll alles verstanden haen. Zeitungen konnte er nicht lesen, weil er den Sinn nicht egriff. Geschäftssachen behielt er aber im Gedächtnis und erhandelte diesbezüglich mit seinem Bruder.

Der Kranke hat überhaupt *nicht geschrieben.*

Er hat die *Zahlen vergessen.*

Das Vaterunser sagt er gut. Die Monate zählt er der 'eihe nach als auch umgekehrt richtig auf, stockt erst bei Iärz. Die Benennung der Gegenstände ist korrekt. Nur die Vamen von Personen ruft er sich bisweilen schwer ins Geächtnis zurück; dies war auch schon vor seiner Erkrankung ler Fall.

Der Kranke machte selbst die Beobachtung, daß er *seinen Stil eingebüßt habe.* Über die Tagesereignisse äußert er sich im kargen Stile. Deutsch spricht er ebeno unzulänglich.

Einfache sowie komplizierte Befehle versteht er. Den 'inn des Gelesenen erfaßt er gut, ist aber außerstande den Inalt eines längeren Artikels selbst nach nochmaligem Durchesen wiederzugeben. Die Uhr liest er gut ab. Das Datum ibt er richtig an: 25. Mai 1909.

Er rechnet:

$4 \times 6 = 24$, $7 \times 12 = 82, 84$,

$4 \times 28 = 72, 64, 104, 72$, $4 \times 20 = 60$,

$80 \times 4 = 24 \ldots$, $6 + 24 = 104$.

Erst nach Zerlegung der Aufgabe, erkennt Patient, daß $4 \times 28 = 112$.

$(a + b)^2 = a + 2\,ab + b^2$

$(a + b)\ (a - b) = 2^2$ ... vermag er nicht zu lösen.

Zinsen vermag er weder allgemein noch speziell zu berechnen.

Die Aufgabe, wieviel 20.000 fl. Kapital im ½ Jahre bei 5% einbringt, ist für ihn unlösbar. Bei der Multiplikation $697 \times 423$ verrechnete er sich sowohl beim Multiplizieren als auch beim Addieren.

Die rechte Wange des Kranken ist leicht gelähmt, die Zunge streckt er gerade heraus, Pupillen reagieren gut. Die Augenbewegungen sind richtig. Dynamometr. Effekt rechts 28, links: 26. Springt auf dem rechten Fuße schwerfälliger Von Seiten des Herzens und des Urins nichts Abnormes.

Patient hat nach dem Schlaganfall schlecht gesprochen (hat Selbstlaute ausgelassen), verstand den Sinn des Gelesenen nicht und vermochte nicht zu rechnen.

Heute spricht er bis auf eine gewisse Kargheit des Stiles gut, versteht Gelesenes, rechnet aber noch immer sehr mangelhaft.

Diesen meinen 4 Fällen einer mehr oder minder isolierten Störung des Rechnens stelle ich den in meiner Studie über Amerisie in »Časopis lékařů českých 1913« veröffentlichten Fall des Prof. Dr. Ch. entgegen, der bei seiner nicht unerheblichen aus der Störung $f_2$ sich ergebenden Störung des Sprach- und Schreibvermögens gut gerechnet hatte.

Eine Umschau in der Literatur belehrt uns, daß Fälle von isolierter Einbuße des Rechenvermögens nicht allzureichlich vertreten sind.

Hoche*) referierte über folgenden Fall:

Eine 21jährige Kellnerin wurde durch einen Revolverschuss in der rechten Schädelhälfte gerade auf der Stelle verletzt wo das Schläfenbein, Keilbein und Scheitelbein zusammentreffen. Nach 14tägigem Sopor blieb bei der Patientin

*) Isolierte Störung des Rechnens nach Hirnschußverletzung. Versammlung mitteldeutscher Psychiater und Neurologen in Leipzig 1911. Neurolog. Centralblatt 1911, p. 1340.

eine Parese der ganzen linken Körperhälfte, Parese des Gesichtes, des Abducens und der äußeren Zweige des Oculomotorius zurück. Es bestand eine retrograde Amnesie, zeitliche und räumliche Desorientierung und eine derart schwere Störung des Rechnens, daß sie nicht einmal das kleine Einmaleins herzusagen vermochte.

Die Lähmung und Desorientierung regelten sich wieder, die Sprache und die Bewegungen der Kranken waren richtig, es blieb aber der Patientin die Unfähigkeit zu rechnen zurück.

Patientin kam selbst bei automatischem Zählen nicht über 20 hinaus, vergaß das Einmaleins und mehr als zweistellige Zahlen vermochte sie nicht zu lesen.

Drenkhahn*) hat folgenden bemerkenswerten Fall beschrieben:

Ein Soldat — Kaufmann im Zivilverhältnisse — hat die Fähigkeit eingebüßt, mit unbenannten Zahlen zu rechnen und vierstellige Zahlen zu schreiben. Sonst war weder eine psychische Störung noch Schwachsinn an ihm wahrzunehmen.

Der Kranke hat zwei Unfälle erlitten; bei dem ersten im Jahre 1904 erfolgten Unfalle, stürzte Patient von einer etwa 6—8 *m* hohen Leiter herab, ohne jedoch eine besondere Störung davongetragen zu haben. Beim zweiten Unfalle am 26. Oktober 1905 fiel er in der Reitschule von Pferde herab, erlitt eine Gehirnerschütterung, die eine seelische Erschlaffung, Kopfschmerzen und Schwindelanfälle zurückließ. Der Kranke hatte ungleiche Pupillen und es zeigte sich abgeschwächte Innervation in dem unteren Aste des N. facialis. Er war unruhig und verlor fast gänzlich die Fähigkeit zu rechnen, sodaß er nicht einmal einfache Multiplikationen wie: $6 \times 8$, $7 \times 8$ zuwege brachte. Die Aufgabe: 5 Pfund Zucker à 28 Pf. = 1·40 M hat er nach 10 Wochen richtig gelöst, aber wieviel $6 \times 13$ ist, hat er überhaupt nicht auszurechnen vermocht. — Der Befund lautete auf träge Reproduktion der Vorstellungen, schlechtes Gedächtnis, erhöhte Reflexe. Patient wurde als Invalide aus dem Heere entlassen.

*) Ein Fall von Anarithmie (Deutsche milit. Zeitschrift 1912).

Zu Hause hat sich sein Zustand allmälig gebessert. Ii September 1907 war sein Puls beschleunigt, in sitzender Ste lung 100, und zeigte auffallende Schwankungen; die Schlaff heit der Wange ist verschwunden. Es bestand verminderte Sen sibilität, Schmerzen in den unteren Hälften der Vorderarm und der Schienbeine, sowie Schmerzen in den Händen un Füßen und in dem behaarten Teile des Kopfes.

Geistig bekundet der Kranke bedeutende Kenntnisse ein gutes Gedächtnis, bloß die Erinnerung an seine Militär dienstzeit ist verblasst. Den Sturz vom Pferde vermag er sicl nicht ins Gedächtnis zurückzurufen. Die Unfähigkeit mit un benannten Zahlen zu rechnen und vierstellige Zahlen zı schreiben dauert fort. Die einfachsten Aufgaben wie $5 + 7$ $6 \times 6$, $10 \times 10$ sind für ihn unlösbar, statt 4731 schreibt Pa tient 400731, statt 10001 100001. Die Zahlen 3, 9, 7, 8 wieder holt er auf Aufforderung, nach einer Weile aber nennt er statt dieser 3, 11, 12. Das Divisionszeichen macht ihm besondere Schwierigkeiten und deutet man ihm an, daß es aus zwei Punkten besteht, macht Patient zwei Punkte in wagrechter Richtung (..). Er wundert sich, wenn er hört, daß seine Ausrechnungen falsch sind.

Dementgegen rechnet der Kranke auffallend besser, wenn es sich um benannte Zahlen oder um Geld handelt. So rechnet er sofort aus, daß 4 Pfund Kaffee à 1·35 M 5 M 40 Pf. kosten. Aus der Fahrordnung findet er die Anschlüsse der Eisenbahnzüge heraus. Im Übrigen legt er angemessene Fürsorge in Betreff seiner Interessen und seiner Zukunft an den Tag.

In seinem Gutachten legt Drenkhahn die Störung des Rechnens als eine Folge allgemeiner Hirnbeschädigung aus. Der Verlust der Arbeitsfähigkeit wurde auf 100% abgeschätzt.

Patient hat noch im 1909 nicht gut mit unbenannten Zahlen rechnen können, z. B. $3 \times 3 = 12$, $20 + 30 = 40$; dementgegen wußte er aber, daß 20 Ochsen und 30 Kühe 50 Stück Rindvieh ausmachen. Aufgefordert zu den unbenannten Zahlen sich die Objekte hinzudenken rechnete er gut.

Der Autor gibt zu, daß es sich um eine isolierte Stö-

rung eines uns unbekannten Zentrums oder der von diesem ausgehenden Bahnen handelt.

Beim Lesen des vorliegenden Falles konnte ich mich nicht des Gedankens erwehren, ob sich die Störung der Fähigkeit mit unbenannten Zahlen zu rechnen nicht etwa auf der Absicht gründet, das Unvermögen zu rechnen zu zeigen oder ob die Störung nicht auf der unterbewußten Inhibition dieser Fähigkeit beruht (Hysterie). Dank dieser Störung hat der Kranke seine Befreiung vom Militärdienste und das Auszahlen einer Rente erreicht!

Im Hinblicke zu der gesammelten Kasuistik und den die Sprachstörungen betreffenden Beobachtungen resumiere ich folgenderweise:

Die angelernte Fähigkeit zu rechnen kann ebenso wie das Sprach- und Schreibvermögen infolge verschiedenartiger Ursachen gestört sein.

Laut zu rechnen wird nicht derjenige vermögen, dessen Sprachmechanismus gelähmt (kontrahiert, ataktisch) ist, Rechenaufgaben schriftlich lösen wird nicht derjenige können, dessen Hände oder auch nur die Rechte eine Lähmung erlitten (Glosso- und Cheiroplegia) hatte. Zahlen auszusprechen und zu schreiben wird nicht derjenige fähig sein, der an der Störung $f_2$ (Amerisie) leidet.

Diese Störungen können nicht recht als Unfähigkeit zu rechnen bezeichnet werden, es handelt sich hier vielmehr um die Unfähigkeit, seine mathemat. Kenntnisse zum Ausdrucke zu bringen.

Das mathematische Wissen, die Fertigkeit im Rechnen sind bedingt einesteils durch unser Gedächtnis, anderenteils durch unsere mathematische Urteilskraft d. i. die Fähigkeit, die mathematischen Verhältnisse wahrzunehmen und auszudrücken.

Die Unfähigkeit zu rechnen, die Anarithmetik, die Alogistik, ergibt sich folglich entweder aus den Störungen des Gedächtnisses (mathematischer Kenntnisse) oder aus den Störungen der auf die Mathematik sich beziehenden Urteilskraft.

Ich habe gleich eingangs angeführt:

Der Abnahme mathematischen Wissens begegnen wir bei Abnahme der Intelligenz, die den Rückgang des Gedächtnisses und der Urteilskraft in sich schließt.

Die isolierte Anarithmetik, die der isolierten Störung der Fähigkeit, Worte zu reproduzieren (der amnestischen Aphasie) analog ist, werden wir uns mit der Störung der $f_1$ für's Rechnen erklären, der Störung der Funktion, die die Rechenkenntnisse reproduziert.

Die aus dem Verluste der Urteilskraft, der Fähigkeit mathematische Verhältnisse wahrzunehmen und auszudrükken, sich ergebende Anarithmetik wäre ein Analogon des Verlustes der Fähigkeit, die Gedanken zu konzipieren — der Dyslogie. Diese Störung könnte unter die Störungen der Intelligenz ($I$) meines Schemas der Aphasien eingereiht werden.

Fälle von isolierter, aus der spezifizierten Störung der $I$ sich ergebender Anarithmetik, kenne ich nicht.

In meinen Fällen sowie in den aus der Literatur herausgegriffenen kommt eine mehr oder minder schwere amnestische Anarithmetik, das Vergessen mathematischer Kenntnisse in Betracht, es handelt sich folglich um eine Störung, die ich durch Einklammern des Zeichens $f_1$ meiner Funktionsformel zum Ausdruck bringe:

$$I \longrightarrow [f_1] \longrightarrow f_2 \longrightarrow f_3.$$

---

VIII.

# Studie o portlandském cementu.

Prof. Dr. techn. **O. Kallauner,**
Brno, česká technika.

## IV. Sledování průběhu tuhnutí portlandského cementu.

Rozmísí-li se portlandský cement s vodou, vzniká kaše, která přechází průběhem kratší neb delší doby v pevnou massu.

Stanovení doby, kdy přeměna tato začíná, a kdy jest ukončena, má pro praxi značný význam, neboť dle ní řídí se zpracování cementu. Počátek této přeměny označuje se v praxi co »počátek tuhnutí portlandského cementu«, konec pak její co »doba tuhnutí portlandského cementu«. Cement má býti vždy zpracován před »počátkem tuhnutí« a dále pak opracováván teprve po ukončené »době tuhnutí«.

K sledování průběhu tuhnutí a k zjištění jeho »počátku« a »doby« vypracovány byly různé methody, které možno shrnouti:

1. v methody, při nichž posuzuje se průběh tuhnutí na základě vzrůstajícího odporu tuhnoucí kaše cementové proti vnikání určitého těla a

2. v methody, při nichž posuzuje se průběh tuhnutí na základě tepelných změn kaše a massy cementové při tuhnutí.

Praktického užití nalezly jen methody zprvu uvedené (1.) a to vzhledem k své jednoduchosti a levnosti v zařízení. K methodám těmto patří zejména: zkoušení nehtem, Vicatovou jehlou řízenou buď ručně neb automaticky, zkoušení dle Goodmana a Kenna.

Zkoušení nehtem (1) provádí se takto: Portlandský cement rozdělá se s vodou v těsto náležitě husté, z něhož se zhotoví pak koláčky. Tuhost jejich zkouší se pak čas od času vrypem nehtem. Za »počátek tuhnutí« bere se doba uplynulá od rozdělání cementu s vodou až do doby, kdy vrypem nehtu utvořená rýha již nesteče; za konec tuhnutí pak doba uplynulá od rozdělání cementu s vodou až do doby, kdy rýpnutím nehtem netvoří se na povrchu koláčku patrnější rýha.

Zkoušení Vicatovou jehlou (2) v cementářské praxi se datuje od r. 1882, kdy švýcarskými normami pro zkoušení cementu bylo do ní přímo zavedeno a později též pojmuto do zkušebních norem různých jiných států a též státu rakouského.

Dle rakouských norem (3) provádí se zkoušení Vicatovou jehlou takto:

K zjištění počátku a doby tuhnutí portlandského cementu užívá se normální jehly ve spojení s přístrojem pro určení konsistence.

Ježto tuhnutí portlandského cementu odvislé jest od množství vody k cementu přidané, jest nutno připraviti cementovou maltu o určiné konsistenci (normální konsistenci).

Přístroj k zjištění konsistence skládá se z podstavce, na němž upevněno jest dělení v millimetrech. Ve zvláštním vedení pohybuje se kovová tyčinka, kterou možno aretovati a jejíž horní konec nese kovovou destičku, dolní pak konec mosazný váleček o 1 *cm* průměru. Váleček spolu s kovovou tyčinkou a destičkou váží 300 *g* (měřič konsistence).

K přístroji přísluší nádobka zhotovená z tvrdé gumy o průměru 8 *cm* a výšce 4 *cm*, která slouží k jímání cementové kaše. Při upotřebení klade se tato na silnou skleněnou desku, která současně tvoří její dno. Dosahuje-li váleček až na dno nádobky, tu ukazuje ručička na kovové tyčince upevněná na nulový bod dělení, tak že možno přímo odečísti každé postavení dolní plochy válečku nade dnem nádobky.

Při sledování průběhu tuhnutí portlandského cementu má se zachovávati tento postup:

400 *g* portlandského cementu míchá se s přibližně voleným množstvím vody (25—30%) u volně a prostředně tuhnoucích cementů 3 minuty, u rychle tuhnoucích cementů 1

minutu a to kopistí lžicovitého tvaru na hustou kaši, která se bez otřesu a pěchování vpraví do nádobky přístroje a urovná se pečlivě na povrchu do jedné roviny s jejím hořejším okrajem. Takto naplněná nádobka vloží se pod váleček se skleněnou deskou, na které se nachází, který se pak zvolna přiloží na povrch cementové kaše. Ponechán nyní své vlastní váze, vniká váleček do cementové kaše, a jakmile zůstane ve výši 6 *mm* nad dnem státi — tedy ručička přístroje ukazuje na šestý dílek — jest připravena kaše o normální konsistenci.

Nepodaří-li se to při prvním pokuse, musí se množství vody měniti tak dlouho, až se konečně získá kaše o žádané konsistenci. Určilo-li se uvedeným způsobem množství vody pro kaši o normální konsistenci, přikročí se k stanovení počátku a doby tuhnutí.

K tomu užívá se popsaného již apparátu, v němž místo válečku zasazena jest normální jehla ocelová o průměru 1·13 *mm* (1 $mm^2$ průřezu), která jest kolmo k ose seříznuta. Jehla má tutéž délku jako váleček a váží s kovovou tyčinkou, destičkou a na této se nacházejícím vývažkem 300 *g*.

Nyní se naplní nádobka kaší o normální konsistenci a jehla pouští se z povrchu kaše ke dnu nádobky a to v krátkých časových intervalech na různých místech povrchu.

Jehla prochází zpočátku až na dno nádobky, později však zůstává v kaši vězeti.

Okamžik, kdy již jehla nemůže celou výšku kaše proniknouti, značí »počátek tuhnutí«.

Jestliže jest kaše již tak ztuhlá, že jehla na povrchu malty nezanechává znatelných stop, tu jest portlandský cement již odvázán a čas uplynulý od přidání vody k cementu až k tomuto okamžiku označuje se »dobou tuhnutí«.

Ježto doba tuhnutí odvislá jest od teploty vzduchu a užité vody a to v tom směru, že vyšší teplota tuhnutí zrychluje, nižší pak zdržuje, má se průběh tuhnutí cementu sledovati při teplotě vzduchu a vody 15—18° C.

Provádí-li se zkoušky výjimečně za jiných poměrů, nutno udati patřičnou teplotu vzduchu a vody.

Během tuhnutí nesmí se volně a prostředně tuhnoucí cementy znatelně zahřívati, naproti tomu mohou rychle tuhnoucí cementy vykazovati patrné zvýšení teploty.

Konstrukci normální jehly zlepšil WATSON (4).

Automaticky pracující normální jehly konstruovali: TETMAJER-AMSLER-LAFFON (5), MARTENS (6), PÉRIN (7) (Prisomètre Périn) a NICOL (8) (spissograf).

Při automaticky pracujícím přístroji GOODMANOVĚ (9) (»Goodman Cement Settler«) nahražena jest Vicatova jehla registrujícím kolečkem, které se pohybuje v cementové kaši, jež naplňuje žlábek, který se automaticky posunuje hodinovým strojem po kolečkách v určitém směru. Registrující kolečko pohybuje se před počátkem tuhnutí po dně žlábku, jakmile cement však začne patrně tuhnouti, vystupuje znenáhla na jeho povrch, a když cementová kaše úplně ztuhla, pohybuje se přímo po ztuhnulém povrchu. Pohyb kolečka přenáší se písátkem na pruh papíru, kde znázorňuje pak graficky průběh tuhnutí.

Automaticky též pracuje přístroj KENNŮV (10), který v principu jest as takto konstruován: Hodinovým strojem sune se rychlostí 1 neb 2 palců v hodině nad formou naplněnou cementovou kaší zvláštní ručička, která při tom naráží na jemné skleněné jehly (0,015″) v cementové kaši ve vzdálenosti půl palce kolmo zasazené. Jakmile ručička na jehlu narazí, ohne se tato a přitlačí se na skleněnou sazemi pokrytou desku a stírá z ní dle svého prohnutí saze. Konečně při dostatečném odporu cementové kaše se ručička zastaví. Tím získá se v určitých časových mezerách řada stále kratších čárek, až k okamžiku, kdy tuhnutí jest ukončeno.

Tuhnutí portlandského cementu jest procesem exothermickým, neboť se při něm teplo z cementové malty vybavuje. Někteří badatelé vyšetřovali blíže kvalitativně průběh této exothermické reakce a dospěli pak k methodám, při nichž posuzuje se průběh tuhnutí na základě tepelných změn kaše a massy cementové při tuhnutí.

TETMAJER (11) sledoval tepelné změny při tuhnutí kaše cementové teploměrem na $^1/_{10}{}^0$ C děleným a srovnával nalezená data s výsledky získanými Vicatovou jehlou. Pokusy prováděl s tímtéž množstvím cementové kaše, která upravena byla smísením cementu a vody téže teploty a která se nacházela ve stejných kruhovitých dřevěných nádobkách, jež byly 8 *cm* široké, 4 *cm* vysoké a 1 *cm* silné. Nádobky položeny byly

na skleněné desky, které současně tvořily jejich dno. Rtuťová nádržka teploměru zasahovala právě do středu cementové kaše v dřevěné nádobce.

Z diagramu, který Tetmajer srovnáváním dat získal, plyne: Difference teplot kolísají v úzkých mezích až do okamžiku, kdy křivka tuhnutí (Vicatova jehla) se odpoutává od pořadnice. Difference tepelné pak rychle vzrůstají a dosáhnou zpravidla nejvyšší hodnoty ještě mezi stoupající větvi křivky tuhnutí. Jen v některých případech krylo se maximum tepelných differencí s přechodem stoupající větve křivky tuhnutí s její skoro vodorovnou částí. Na této části křivky ubývá více neb méně tepelných differencí, až jsou konečně negativní.

Později sledoval též Schoch (12) vztah mezi maximální teplotou při tuhnutí portlandského cementu a dobou tuhnutí.

K sledování tepelných změn při tuhnutí cementu sestrojil Fuess (13) dle návrhu Martensova zvláštní thermograf. Týž skládá se ze skříňky, v níž nachází se nádobka na cementovou kaši, do jejíhož středu zasahuje rtuťová nádržka teploměru. Skříňka má na jedné straně svislou štěrbinu, kterou dopadá od elektrické žárovky světelný pruh na rtuťový sloupec teploměru a promítá jej na fotografickou desku, která se hodinovým strojem v určitém směru pohybuje. Tím zachycují se samočinně kvalitativní změny tepelné při tuhnutí.

Srovnávací pokusy ve sledování průběhu tuhnutí zmíněným thermografem a Vicatovou jehlou konal Gary (14) a shledal, že maximum teploty kryje se až na některé výjimky skoro s dobou tuhnutí stanovenou Vicatovou jehlou. Při dalších pokusech srovnával Gary data získaná sledováním průběhu tuhnutí a to Vicatovou jehlou, apparátem Tetmajer-Amsler-Laffonovým a Goodmanovým a zjistil velmi značné odchylky mezi jednotlivými určeními.

Kvalitativní změny tepelné při tuhnutí portlandského cementu samočinně registruje též teploměr Schäffer & Budenbergův, s kterým prováděl pokusy Prüssing (15) a zjistil, že lze souhlasnější výsledky získati toliko užije-li se většího množství cementu při pokusech. Maxima teplot zpravidla nesouhlasejí s dobou tuhnutí stanovenou Vicatovou jehlou.

Fuessovu thermografu podobný thermograf konstruoval Quietmeyer (16).

Kasai (17) sledoval průběh tuhnutí různého množství kaše cementové (142 *cc*, 1723 *cc* a 14026 *cc*) pozorováním tepelných změn při jejím tuhnutí a srovnával je s výsledky získanými Vicatovou jehlou. Při tom shledal, že výsledky ve stanovení doby tuhnutí Vicatovou jehlou nesouhlasejí s maximem differencí tepelných určených na malých množstvích kaše cementové. Pro pozorování tepelných změn při tuhnutí měl velmi jednoduché uspořádání podobné Tetmajerovu.

Rozsáhlé pokusy o tuhnutí portlandského cementu prováděla komise spolku továrníků říšskoněmeckých na portlandský cement v čele s ředitelem Schindlerem (18) a zjistila:

»Srovnávací pokusy ve sledování průběhu tuhnutí portlandského cementu různými methodami a to zkoušením nehtem, Vicatovou jehlou, měřením tepelných změn teploměrem v jednoduché nádobce (str. 4.) a thermografem Fuessovým nedaly jak při jednotlivých methodách tak i při vzájemném srovnání výsledky souhlasné.

Dosavadní methody k určení doby tuhnutí portlandského cementu ukázaly se naprosto nedostatečnými.

Značné difference ve stanovení doby tuhnutí zaviňují již nepatrné změny v teplotě (1—2° C) vzduchu, vody, přístroje, změny ve vlhkosti vzduchu, v množství přidané vody (i jen 0,5%), odchylku v míchání, otřesy atd.«

*

Zajímavé pokusy o elektrické vodivosti vodních suspensí portlandského cementu prováděl Meyer (19). Při pokusech s hustými suspensemi shledal, že po rozdělání cementu s vodou klesá zpočátku odpor elektrického proudu až nabývá jisté nejnižší hodnoty, a to nižší než jest odpor roztoku získaného rozmísením cementu s vodou a odfiltrováním nerozpustného zbytku, načež pak náhle stoupne, a to když cement začíná tuhnouti. Bližší data o pokusech autor neuveřejnil.

Pozorování Meyerova týkající se náhlé změny ve vodivosti vodních cementových suspensí při tuhnutí, by poukazovala k důležitým reakčním změnám, a to k snížení koncen-

trace iontů v tekuté fási, rozpuštěním různých součástí cementu v přidané vodě vzniklé a s tím spojeného současného vylučování fásí tuhých. Tím potvrzeny by byly jinak různé theorie, dle nichž vyvoláno jest tuhnutí portlandského cementu vylučováním tuhých fásí z přesyceného roztoku, a které podepřeny byly zejména v posledních letech výsledky studií o sledování průběhu hydratace cementu cestou mikroskopickou. Těmito studiemi jakož i některými chemickými pracemi nalezeno (20):

1. Rozmísí-li se cement s vodou, hydrolysuje se a hydratisuje.

2. Součásti v cementu obsažené přecházejí částečně v roztok.

3. Po určité době začínají se z roztoku vylučovati krystalované substance.

4. Současně s těmito neb později vzniká kolloidální látka.

5. Průběhem těchto reakcí cement tuhne a později tvrdne.

Dle mého názoru lze na základě uvedených poznatků průběh tuhnutí všeobecně charakterisovati těmito processy:

I. Rozmísí-li se cement s vodou, získává se systém pozůstávající z fáse tekuté a fásí tuhých.

Fási tekutou tvoří vodný roztok součástí fásí tuhých, který více nebo méně rychle se stává přesyceným.

II. Hydratací fásí tuhých vznikají nové tuhé fáse, které se též tvoří vylučováním z přesyceného roztoku.

III. V nových tuhých fásích jest určité množství vody vázáno a jest zcela zřejmo, že s rostoucím jich množstvím musí tekutá fáse ze systému mizeti, až i konečně prakticky z větší míry ze systému vymizí.

Processem II. zaváděn jest z vědeckého hlediska počátek tuhnutí; processem III. charakterisován jest zvláště jeho průběh a ukončením jeho vymezen konec resp. doba tuhnutí.

Při processu (II.) se energie v systému vybavuje. Effekt reakcí tu probíhajících jest exothermický a sledováním změn tepelných při tuhnutí portlandského cementu možno

zřejmě správně vymeziti počátek processu (II.) a konec processu (III.), tedy počátek i dobu tuhnutí.

Zavádění processu (II.) stává se zřejmým patrnějším stoupnutím teploty v systému. Uvolněným teplem zrychluje se průběh processu (II. a III.) dle známé kinetické rovnice:

$$ln\, k = -\frac{A}{T} + C$$

(k = koef. reakční rychlosti, A = úhrnná vnější práce systému, T = absolutní teplota a C = konstanta), teplota v systému stále vzrůstá a nabývá určitého maxima. V tomto momentu ukončuje se process (III.) a cement dokončuje svoje tuhnutí.

Srovnal-li jsem výsledky pozorování Meyerových s názorem o procesech při tuhnutí na str. 1. uvedeným, přišel jsem k nutnému předpokladu, že sledováním změn v elektrické vodivosti cementové kaše při tuhnutí, resp. určením okamžiku, kdy kaše nabývá právě maximální vodivosti, možno též vymeziti zavedení procesu (II), tedy počátek tuhnutí.

K odůvodnění tohoto předpokladu provedl jsem srovnávací pokusy ve sledování průběhu tuhnutí portlandského cementu tak, že jsem stanovil tepelné změny, změny v elektrické vodivosti a v odporu tuhnoucí kaše cementové vůči Vicatově jehle.

Za tím účelem rozmísil jsem 400 *g* portlandského cementu a to při rychle tuhnoucích cementech v 1 minutě, při volně tuhnoucích cementech ve 3 minutách s normálním množstvím vody a vzniklou kaši jsem vpravil do nádobky příslušící k Vicatově jehle.

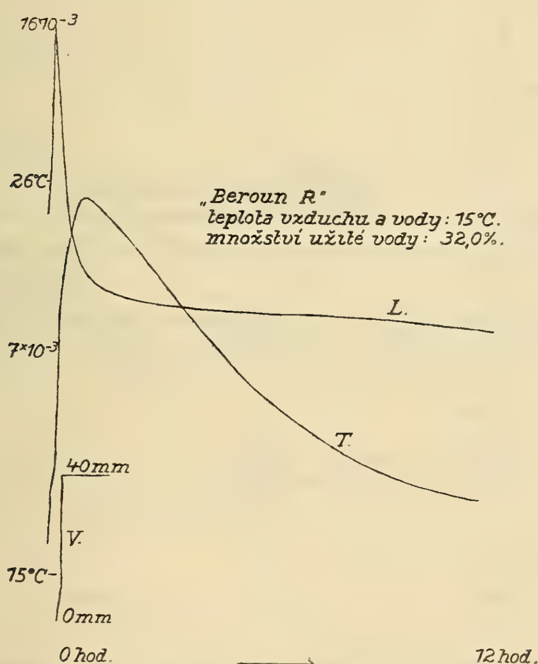
Do středu nádobky vsunut byl malý váleček z tenkého železného plechu, který byl na spodu uzavřený. Na dně válečku nacházela se rtuť, do níž vsunuta byla rtuťová nádobka teploměru děleného na $^1/_5{}^0$ C. V kaši zasazeny byly ve vzdálenosti 8 *cm* dvě elektrody platinové. Nádobka s kaší umístěna byla na skleněné desce pod Vicatovou jehlou.

Čas od času měřeny — teplota, elektrická vodivost (uspořádáním Kohlrauschovým) a mechanická konsistence (Vicatovou jehlou) cementové kaše.

Měřením v jednotné mase učiněna srovnávací měření nezávislá od celé řady činitelů, při měření v několika masách k platnosti přicházejících.

K pokusům použil jsem 4 portlandské cementy z pecí šachtových a to dva rychle tuhnoucí (označení »R«) a dva volně tuhnoucí (označení »V«) známek: »Beroun« a »Podol«.

Výsledky měření při jednotlivých methodách jsou shrnuty v níže uvedených diagramech.




Měřením tímto povšechně vyšetřeno:

Při měření odporu tuhnoucí kaše cementové proti vnikání Vicatovy jehly shledáno:

*a)* že měření odvislé jest mezi jiným zejména od rychlosti, doby, po kterých se nechá jehla do kaše vniknouti a od stejnorodosti kaše, dle níž jehla buď více nebo méně hlouběji pak vniká,

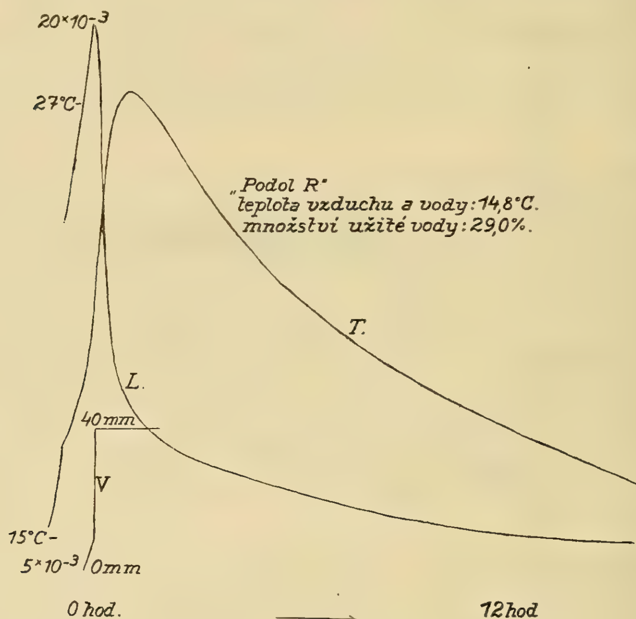
*b)* že »konec tuhnutí« nelze správně stanoviti a to vzhledem k velmi málo jistému měření,

*c)* že při rychle tuhnoucích cementech nelze vzhledem

k rychlému průběhu tuhnutí zachytiti správně i »počátek tuhnutí«.

Při stanovení tepelných změn při tuhnutí cementové kaše zjištěno:

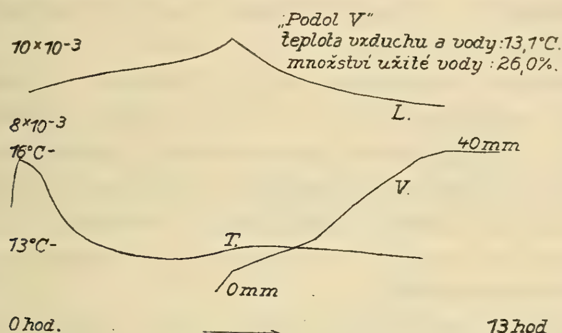
Při rychle tuhnoucích cementech po jich rozdělání s vodou začne teplota ihned stoupati a stoupá až do určitého maxima, načež pak začne klesati a vyrovnává se znenáhla s teplotou okolí. Vzhledem k okamžitému stálému stoupání teploty




po rozmísení cementu s vodou, nelze u rychle tuhnoucích cementů počátek tuhnutí patrně z křivky tepelných změn vymeziti.

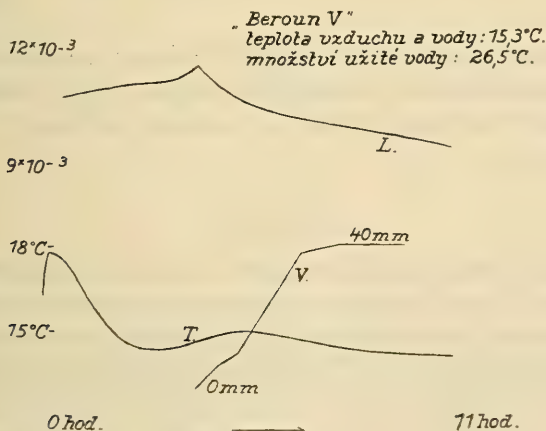
Při volně tuhnoucích cementech stoupá též teplota po rozmísení cementu s vodou, avšak nedosahuje takové hodnoty jako při cementech rychle tuhnoucích. Po dosažení určitého maxima (první maximum) začne teplota klesati a klesá i až na —0·2° C pod teplotu okolí, načež pak začne opětně stoupati a to do druhého maxima, v němž se kratší neb delší dobu udržuje a pak opětně začne klesati vyrovnávajíc se s teplotou okolí.

Dvojí maximum na křivkách teplot zjištěno též jinými badateli, aniž blíže příčina tohoto zjevu vysvětlena. Dle mého názoru způsobeno jest první maximum rychlou hydratisací




součástek cementu v technické praksi »nedopalem« označeným, druhé pak maximum exothermickou reakcí vlastního procesu tuhnutí.

U velmi zvolna tuhnoucích portlandských cementů jsou: minimum mezi prvním a druhým maximem teplot (počátek




tuhnutí) a druhé maximum teplot (konec tuhnutí) poměrně neurčitě vymezeny.

Určení změn ve vodivosti cementové kaše v průběhu tuhnutí potvrdila pozorování Meyerova, neboť shledáno, že

elektrická vodivost po rosmísení cementu s vodou stále stoupá až do určitého maxima, načež pak náhle, později pak pozvolně klesá.

Srovnáním výsledků měření všech tří method dospíváme k těmto poznatkům:

Vicatovou jehlou stanovený »počátek tuhnutí« leží na stoupající větvi křivky teplot (T) i křivky elektrické vodivosti (L). Tímtéž přístrojem vymezený »konec tuhnutí« leží *a)* u rychle tuhnoucích cementů na stoupající větvi křivky teplot (T) a na klesající větvi křivky vodivosti (L), *b)* u volně tuhnoucích cementů na klesající větvi křivky teplot (T) a křivky vodivosti (V).

Jeví se tudíž zřejmá neshoda mezi určením »konce tuhnutí« Vicatovou jehlou a změnami teplot při tuhnutí rychle a volně tuhnoucích portlandských cementů.

Při sledování průběhu tuhnutí cementů jeví se u všech cementů však ona shoda, že na stoupající větvi křivky teplot (T) leží maximum elektrické vodivosti a že maximum teplot kryje se s onou částí klesající větve křivky vodivosti (L), ve které přestává vodivost náhle klesati a jen pozvolněji ubývá.

Uvedené poukazuje na úplnou shodu ve sledování průběhu tuhnutí cementu měřením tepelných změn, jakož i změn v elektrické vodivosti, čímž se zřejmě potvrzují úvahy na str. 8. uvedené.

---

Zmínil jsem se, že srovnávací pokusy ve sledování průběhu tuhnutí portlandského cementu zkoušením nehtem, Vicatovou jehlou, měřením tepelných změn spolu nesouhlasily a to jak mezi sebou, tak i v jednotlivých případech. Příčina, jak též již uvedeno bylo, spočívá hlavně v tom, že nepatrné odchylky v teplotě (1—2° C) vzduchu, vody, přístroje, ve vlhkosti vzduchu, v množství přidané vody, v intensitě míchání, v otřesech atd. zaviňují již značné diference v jednotlivých stanoveních. Přesnější stanovení jsou tedy vázána na dodržování naprosto shodných pracovních podmínek a pokud se nepodaří určitým způsobem v náležité míře jich v tech-

nické praksi docíliti, není naprosto naděje na dosažení souhlasných výsledků v jednotlivých methodách.

Z nynějších method na stanovení průběhu tuhnutí portlandského cementu jsou k uvedenému účelu vhodné toliko ty methody, při nichž měření jest pokud možno málo závislé na individualitě pozorovatele a které jsou jasné a přesné a opírají se o náležitý vědecký základ. K těm patří methody na stanovení průběhu tuhnutí sledováním tepelných změn neb změn v elektrické vodivosti tuhnoucího systému. Oběmi dá se správně určiti »počátek tuhnutí«, prvními též určitě »doba tuhnutí«.

Methody, při nichž posuzuje se průběh tuhnutí na základě vzrůstajícího odporu tuhnoucí kaše cementové proti vnikání určitého těla (nehtu, Vicatovy jehly, Goodmanova kolečka atd.), nejsou k danému účelu vhodné a to hlavně z toho důvodu, že většina jich odvislá jest od individuality pozorovatele a že nejsou ani opřeny o vědecky odůvodněný základ. Výsledky jimi získané nekryjí se zpravidla s výsledky, které se dostanou sleduje-li se průběh tuhnutí zjištěním tepelných změn, neb změn v elektrické vodivosti tuhnoucí masy cementové.

*Z keramického oddělení ústavu chemické technologie I. na c. k. české vysoké škole technické v Brně.*

---

## Literatura.


1. Lunge-Berl: Chem.-tech. Untersuchungsmethoden 1910, II., s. 189.
2. Vicat: Resumé des connaisances pos. actulles sur les qualités, le choix et la convenance réciproque des matériaux propres à la fabrikation des mortiers et ciment calcaires. Paris 1828.
3. Bestimmungen für die einh. Lieferung u. Prüfung von Portlandzement. Wien 1907, s. 3.
4. Tonind. Zeit. 1910, s. 101.
5. Mit. der Anst. zur Prüfung von Baummaterialen am eidg. Polytechnikum in Zurüch 1893, s. 100.
6. Protok. des Ver. Deut. Portlandzementfabrikanten 1897, s. 165.
7. Génie Civil 1904, 1905; Le Ciment 1906, s. 7.
8. Nicol: Angl. Patent 26574/10, 16 NW 1910.
9. Prot. des Ver. Deut. Portlandzementfabrikanten 1895, s. 55.

10. Kenna: Chem. Zeit. 1912, s. 378.
11. Deut. Töpfer- u. Ziegler-Zeitung 1883, 234.
12. Tonind. Zeit. 1895, s. 46.
13. Prot. des Ver. Deut. Portlandzementfabrikanten 1895, s. 165.
14. Prot. des Ver. Deut. Portlandzementfabrikanten 1904, 1905, seš. 156—157, 1906 s. 94—95. Mittel. aus dem K. Materialprüfungsamte zu Gr. Licht. West 1906, s. 225.
15. Tonind. Zeit. 1908, I., s. 1035.
16. Tonind. Zeit. 1910, I. s. 5.
17. Tonind. Zeit. 1908, I., s. 1033.
18. Tonind. Zeit. 1907, II., 1026; 1909, II., s. 1032, 1056; 1910, I., s. 397.
19. Prot. des Ver. Deut. Portlandzementfabrikanten 1901, s. 141.
20. Jordis u. Kanter: Zeitschrift f. angew. Chemie 1903, s. 485—492.

Büsing u. Schumann: Der Portlandzement u. seine Anwendung im Bauwesen 1912.

Doelter: Handbuch der Mineralchemie 1912, I.

Keisermann: Der Portlandzement, seine Hydratation u. Konstitution 1910, s. 11, 13, 17 etc.

Dr. Michaëlis sen.: Der Erhärtungsprozess der kalkhaltigen hydraulischen Bindemittel 1909, s. 19, 32 etc.

IX.

# Über die Blepharoceriden aus dem Kaukasus und Armenien.

Von

**Julius Komárek.**

(Mit 2 Tafeln und 2 Textfiguren.)

Vorgelegt in der Sitzung am 23. Januar 1914.

## Einleitung.

Auf einer Reise nach Südarmenien und in den Kaukasus, die ich im vorigen Sommer unternommen habe, gelang es mir mehrere, Blepharoceriden-Arten einzusammeln und erlaube mir hier die Bestimmung der einzelnen Specien vorzulegen. Die seither beschriebenen Blepharoceriden-Arten stammen aus verschiedenen Gegenden Europas, aus Ceylon, die meisten aber aus Nord- und Südamerika. Die Vertreter dieser Familie in Asien waren bisher nicht bekannt, und es freut mich daher, dass ich hier über die ersten Blepharoceriden aus diesem fast immer noch faunistisch undurchforschten Faunengebiete referieren kann. Wenn wir auch den Kaukasus mit Recht zu Europa zählen, so hängt doch die Südarmenische Fauna sicher mehr mit Persien und Kurdistan zusammen, als mit den kaukasischen Ländern. Zum Zwecke der verlässlicheren Bearbeitung des mir zu gebote stehenden Materialies hat mir Prof. Alfred Hetschko in Teschen sein Vergleichsmaterial freundlich zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage.

Ich bemerke, daß ich mich der Klassifikation und Nomenklatur, die durch KELLOG eingeführt wurde, angeschlossen habe, obzwar dieselbe nicht überall angenommen wurde. Ich nenne hier also die *Liponeura brevirostris Löw.* = *Blepharocera brevirostris Löw.* und habe auch die zwei kaukasischen Arten, die sonst zu der alten Gruppe *Liponeura* zugeordnet werden müssten, mit dem Gattungs-Namen »*Blepharocera*« bezeichnet.

## Die kaukasischen Blepharoceriden.

Ich habe im Kaukasus vier Blepharoceriden-Species gefunden, von welchen bloss zwei durch weibliche Imagines vertreten waren. Die Fundorte der einzelnen Arten liegen in Ober- und Untersvanetien, Lečchumský ujezd, kutaische Gubernie. Gesammelt habe ich in diesen Gegenden von der Hälfte des Monates Juli bis Hälfte August. Ich konnte nur einen kleinen Teil der dortigen Bäche untersuchen, da die höchst beschwerlichen Reiseverhältnisse dieses Hochlandes eine genauere Durchforschung verhinderten. Ich kann nach den gesammelten Erfahrungen schließen, daß jede Art eine ziemlich beschränkte Verbreitung hat, wie es auch die Natur dieser Gegend, wo die einzelnen Täler durch hohe Gebirgskämme abgeschlossen sind, erwarten läst. Es dürften sich bei genauerer Untersuchung wahrscheinlich mehr Arten ergeben, wie es auch in Nordamerika der Fall war. Jedoch müssten die Lokalitäten in ungefähr gleicher Jahreszeit besucht werden, was in diesen Gegenden auf einer Exkursion unmöglich ist. Die beiden Specien, die ich zunächst beschreiben will, befanden sich beisammen auf einer Lokalität und die Larven und Puppen sogar auf demselben Steine, so dass man nicht mit Bestimmtheit die Zugehörigkeit der Larvenart zu dem Imago feststellen konnte. Das eine von den beiden Imagines ist eine dortige Varietät der europäischen *Blepharocera (Liponeura) brevirostris Löw.* Man kann also nach der Ähnlichkeit mit der Larve von *Blepharocera brevirostris Löw.* mit ziemlicher Sicherheit schliessen, welche Larvenart der kaukasischen Varietät zugehört; und da nur zweierlei Imagines und zweierlei Larven-species sich in der Unzahl des

gesammelten Materials vorfanden, muss die zweite Larvenart der anderen von beiden *Blepharoceren* zugerechnet werden. Dieser Zweifel war nur dann lösbar, wenn ich eine von diesen beiden Arten irgendwo allein gefunden hätte. Leider war es mir nicht gegönnt diese Arten in Svanetien noch einmal zu finden.

Anstatt diesen fand ich ganz abweichende Larvenformen, die sich noch nicht in Puppen ungewandelt haben. Es bleibt nichts übrig, als die Lokalität noch einmal gründlich durchzusuchen und auf der Fundstelle die Sache revidieren. Darum beschreibe ich auch den Fundort genauer als vielleicht nötig.

### *(Liponeura.) Blepharocera brevirostris var. kaukasica nov. var.*

Tafel I. Fig. 1, 2, 14. Tafel II. Fig. 1, 2.

Die weiblichen Exemplare, die ich gefunden habe, sind der europäischen Art ganz ähnlich, bis auf die abweichenden sie als Varietäten bezeichnenden Merkmale. Der Kopf des Imago ♀ zeigt keine Abweichungen, auch andere Körperteile sind gleich gebaut mit Ausnahme der Tarsen. Die Klauen der *Blepharocera brevirostris Lw.* sind mit 4 bis 6 Zähnchen auf der Unterseite bewehrt. Die kaukasische Art hat dagegen die Unterseite der Klauen mit einer Reihe starker Borsten bedeckt. Auch sind die Beine schwächer als bei dem Typus.

Es wurden nur Weibchen gesammelt und sie mussten zur Bestimmung aus den Puppen herauspraepariert werden. Wie ich oben bemerkt habe, will ich die Lokalität näher beschreiben, um dem eventuellen Nachfolger den Fund zu erleichtern. Die Fundstelle befindet sich in einem kleinen Bache, der im Tale des Gletschers Gerescho am Fusse der Berge Dschangu-tau und Tetnuld in Svanetin entspringt. Derselbe liegt am rechten Ufer des Haupttalbaches, der das Gletscherwasser führt. Gleich daneben befindet sich eine mächtige eisenhaltige Säuerlingsquelle, die von Weitem durch den Cinoberroten Bodenüberzug sich kenntlich macht. Man gelangt dahin aus dem Dorfe Kali im Ingur-tale über die Ansiedelung Neu-Inrari.

Larven und Puppen wurden daselbst am 2. August 1913 gesammelt.

Die erwachsenen Larven sind 8—9 *mm* lang. Die Farbe ist oben grünlich braun, unter weiss. Der Körper ähnelt habituell der Larve der *Bleph. brevirostris Lw.*, weist jedoch starke Abweichungen auf. Die Dorsalseite ist mit licht braunen, dicht stehenden Härchen bedeckt. Das Kopfsegment ist länger als breiter und nach vorne verengt, wogegen der Kopf des Typus mehr breit als lang ist. Ebenso wie bei jenem ist auch hier auf dem Kompfbruststück eine schwarze Chitinplatte von gleicher Form. Die Mundteile sind viel grösser als bei der europäischen Art und sind von zwei Reihen langer Borsten umrandet. Die krallenartigen Anhänge, die Taster und Saugnäpfe zeigen keine besonderen Abweichungen. Die zwei Paare der Kiemenschläuche sind von fast gleicher Länge. Das erste Paar steht seitlich ab von dem Saugnapf und angelegt würde es bis zur Hälfte dieses reichen. Das zweite Paar ist bloss um ein Viertel kürzer und ebenso dick wie das erste, Den grössten Unterschied, aber auch eine gewisse Verwandschaft zwischen beiden Formen zeigen die Antennen. Die Fühler der *Bleph. brevirostris Lw.* — Larve sind ungegliedert, geringelt und viel länger als das erste Körpersegment. Beborstet sind sie bis in der oberen Hälfte. Die kaukasische Varietät hat Fühler auch ungegliedert, aber kurz, deren Länge ein Drittel der Kopflänge beträgt; am Ende so dick, wie an der Basis, in der Mitte am breitesten. Die Borsten sind stumpf, kurz und verhältnismässig stark. Von den vielen anderen Blephароceriden-Larven, die ich im Kaukasus gesammelt habe, hat keine Species derartig geformte Antennen. Die Puppe ist 5—6 *mm* lang und gleicht vollkommen der von *Bleph. brevirostris Lw.*

## *(Liponeura.) Blepharocera platyfrons nov. sp.*

Tafel I. Fig. 3, 4, 5, 13. Tafel II. Fig. 5, 6.

Bloss Weibchen sind bekannt. Die ganze Länge misst 7 *mm*. Der Kopf ist länglich oval und sehr tief stehend. Die aus kleinen Faceten zusammengesetzten Augen sind holoptic, kurz behaart und nehmen einen kleinen Teil des Kopfes in

Form kleiner Kreisausschnitte ein. Sie lassen eine sehr breite Stirn frei, wo die Antennen eingelenkt sind. Dieselben sind 15gliedrig, schwach pubescent, fast überall von gleicher Breite. Das dritte Glied ist das längste. Jedes trägt zwei, eventuell mehrere längere Borsten. Die Distanz zwischen den Augen ist so breit, wie das einzelne Auge selbst. Die Ocellen bilden zusammen ein Dreieck und liegen fast in der Mitte der grossen, dreieckigen von den Augen freigelassenen Fläche. Diese korrespondiert was Breite anbelangt fast vollkommen mit der des Untergesichtes. Dieses ist sehr breit und reicht weit nach unten, fast einen angeschwollenen, und mit stärkeren Borsten bedeckten Halbkreis bildend. Die Mundteile sind wie bei allen *Blepharoceren*-Weibchen zum Beissen eingerichtet. Das Labrum-epipharynx ist breit und fast so lang, wie die Mandibeln. Hypopharynx so lang, wie Epipharynx. Maxillenladen und Maxillenpalpen von normaler Form. Labium kurz. Die Analsegmente dieser Form ähneln fast vollkommen denen der erstbeschriebenen Art. Es sind hier Sinnesorgane in Form kleiner zylindrischen Stäbchen, denen ein feiner Stift aufsitzt. Die Organisation wurde von Kellogg beschrieben. Die Beine sind von ungefähr gleicher Länge. Die Tarsen enden mit zwei Klauen, die an allen Beinen mit 4 Dornen auf der Unterseite bewaffnet sind. Die Flügeladern verlaufen so wie es Kellogg für die Gattung *Blepharocera* definiert hat — »$M_3$ incomplete (incomplete vein in the hind margin), no cross-vein between media and cubitus (no cross-vein between veins four and five), and $R_2$ wholly fused with $R_3$ (second vein simple without branch).«

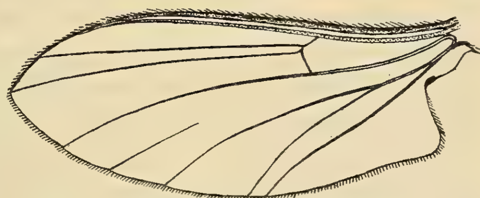


Fig. 1. *(Liponeura) Blepharocera platyfrons n. sp.* — der linke Flügel.

Diese Art wurde nach den aus Puppen herauspraeparierten Weibchen beschrieben. Sie befanden sich in Gesellschaft der Larven auf derselben Stelle wie die vorherbeschriebene Art, nämlich am Fusse des Tetnuld und Dschangu-tau

unweit des Dorfes Kali im Jugurthale. Gesammelt wurden sie am 2. August 1913.

Die Länge des dorsoventral abgeplatteten Körpers der Larve beträgt 8—9 *mm*. Die Dorsalseite ist grünlichgrau, unten weisslich. Das Kopfbrustsegment ist breiter als länger. Die Fühler sind zweigliedrig, kurz und tragen am Ende einen Sinneskegel. Die kleinen Mundteile sind von beiden Seiten von längeren Borsten geschützt. Der Körper ist oben kurz behaart. Die kegelförmigen Anhänge sind stark und enden wie bei allen Arten mit einer schief nach innen abgeschnittenen Chitinplatte. Die Taster sind dünn, kürzer als die Anhänge. Zwei Borsten an der Spitze sind länger und stärker als die übrigen. Der Durchmesser der Saugnäpfe beträgt ein Fünftel der grössten Segmentbreite. Am vorletzten Segment sitzen die zwei Paare dicker Kiemenschläuche. Das zweite Paar ist halb so lang wie das vordere, welches bis zur Hälfte des Saugnapfes reicht. Alle Segmente tragen auf der Dorsalseite eigentümlich gebaute Schildchen. Diese sind länglich oval, stark chitinisiert mit zwei parallelen Reihen starker Dornen. Das zweite Schild ist das grösste und die folgenden verkleinern sich allmählich nach hinten. Das erste Schild ist ungefähr so gross wie das fünfte.

Die Puppe ist 5 *mm* lang und gleicht sehr der *Bleph. brevirostris var. kaukasica*. Nur auf der Ventralseite macht die Lage und Form des Kopfes einige Unterschiede. Der Kopf der unseren Art ist grösser und liegt tiefer als bei der erstbeschriebenen Art.

Die beiden Blepharoceren, die eben beschrieben wurden, sind mit den centraleuropäischen Arten, nämlich mit *Bleph. brevirostris Lw.* und *Bleph. cinerascens Lw.* ganz nahe verwandt und zeigen dieselben, was Fauna anbelangt wider die engen Beziehungen des Kaukasus zu den europäischen Gebirgen, was ich schon in der Einleitung bemerkt habe.

---

Ausser diesen zwei Arten fand ich Larven zweier anderen Vertreter deren Imagines noch nicht bekannt sind. Sie stammen auch wie die vorherigen aus derselben Gegend

des Kaukasus, aus Svanetien. Diese Formen befanden sich im Gegensatz zu den ersten nicht in klaren Gebirgsbächen, sondern in milchtrüben, wilden Gletscherwasserströmen. Die eine wurde im Zchenes-zchali-flusse unweit des Dorfes Tschwelieri in wenigen Exemplaren die hie und da an grösseren Steinen sassen, gesammelt. Unter denselben Verhältnissen fand ich am 10. August im Bache, der dem Uschbagletscher entspringt in der Nähe des Ortes Betscho die zweite Larve. Puppen oder Imagines wurden vergeblich gesucht.

### *Larve aus Zchenes-zchali.*

Tafel II. Fig. 7, 8.

Diese Larve ist die kleinste von allen gesammelten Arten. Sie misst 5 *mm*. Die Farbe ist dunkelgrau. Die Segmente scheinen wie zusammengedrückt und sind ziemlich hoch gewölbt. Ihre Form hat etwas ähnliches mit einigen *Bibiocephalaarten*. Die Behaarung des Körpers ist so schwach, dass man sie kaum bemerkt, bloß die Mundborsten sind etwas länger. Die kralleartigen Anhänge und die Taster sind stark entwickelt. Die Saugnäpfe sind gross, grösser als ein Fünftel der grössten Segmentbreite. Die Kiemenschläuche des vorletzten Segmentes sind sehr dick. Das erste Paar umfasst bogenförmig den Saugnapf. Das zweite Paar ist halb so lang, wie das erste. Jedes Körpersegment trägt auf der Rückenseite ein Schild, welches mit starken, schwarzen, in zwei parallelen Reihen stehenden Dornen bewaffnet ist. Diese Ausbildung der Dorsalseite erinnert an die Larve der *Blepharocera platyfrons*, die ähnliche mit Dornen versehene Chitinplatten besitzt. Doch sind diese recht abweichend geformt und die Dorne sind viel länger. Vielleicht kann man die Chitinwarzen der armenischen Art als eine Ausgangsbildung dieser merkwürdigen Gebilde betrachten.

### *Larve aus Betscho.*

Tafel II. Fig. 3, 4.

Der ganze Körper ist im Vergleich mit der Länge, die ungefähr 7 *mm* beträgt, ziemlich breit. Der Kopf ist noch breiter fast rhomboidisch. Die Färbung ist grauschwarz, ob-

zwar sie an verschiedenen Stellen weisslichen Ton bekommt. Dieser wird durch die ungemein dichten Härchen, die den ganzen Körper mit Ausnahme der Unterseite bedecken, hervorgerufen. Besonders an den Seitenrändern des Körpers ist die Behaarung sehr lang und stark. Die Krallen sind stark, die Taster dagegen klein, mit langer Borste. Die Saugnäpfe sind die grössten, die ich je bei einer Larve gesehen habe. Ihr Durchmesser beträgt ein Viertel der grössten Segmentbreite. Die Kiemenschläuche sind kürzer als bei der vorigen Art, ungebogen und nur um ein Drittel länger als das zweite Paar. Etwaige Dorsalplatten sind nicht entwickelt.

Neben der Larve aus Zchenes-zchali fand ich unweit desselben Flusses in einem kleinen Bache Larven einer anderen Form. Sie sahen aus wie die Larven der armenischen Art, jedoch ohne des Kopfschildes. Da sie noch klein, nicht ausgewachsen waren, deshalb erwähne ich selbe nur, ohne auf Beschreibung derselben näher einzugehen.

## Die südarmenischen Blepharoceriden.

Die untersuchte Gegend liegt nördlich von dem Städtchen Ordubat und dem Dorfe Migri in dem russisch-persischen Grenzgebirge. Die Lebensverhältnisse sind etwas anders als im Kaukasus, was hier mit dem Fehlen der Gletscher zusammenhängt. Die Gebirgsbäche sind weit nicht so wild und reissend als dort und auch das Wasser ist ziemlich warm. Die Larven und Puppen sitzen nicht nur an festen Steinblöcken, sondern sind überall im Bachbette zu finden. Da die unteren Partien der Bäche meist keine oder nur spärliche Ufervegetation, die für Lebensfristung der Imagines notwendig ist, besitzen, finden sich die Tiere meist weiter oben im Gebirg. In allen dortigen Quellen kommt nur eine Art vor. Diese wird wohl eine grössere Verbreitung haben und wird gewiss auch in dem angrenzenden Nordpersischen Gebirge vorkommen. Es ist das die:

## *Blepharocera armeniaca nov. sp.*

Tafel I. Fig. 6, 7, 8, 9, 11, 12. Tafel II. Fig. 9, 10.

Beide Geschlechter sind bekannt. Die Länge des Körpers beträgt bei den aus Puppen herauspraeparierten Fliegen beim ♀ 7 *mm*, beim ♂ 6 *mm*.

Das Weibchen. Der Kopf ist verhältnismässig gross, breiter als länger. Die Augen sind dichoptic und jedes ist durch ein unfacetiertes Querband gequert. Die untere Hälfte mit kleinen Faceten ist dunkelbraun, nach vorne geschoben und ungefähr ein Drittel der Kopfbreite einnehmend. Die obere grossfacetierte Hälfte ist rötlich, grösser als die untere und läst bloss einen schmalen Stirnstreifen frei. In der Mitte des Vordergesichtes liegen symetrisch zur Mediane zwei dichtbeborstete Höcker. Die Antennen sind 15gliedrig und verschmälern sich beträchtlich gegen das Ende. Das letzte Palpenglied ist ganz kurz, ungefähr von der Länge des zweiten. Das Labium-paraglossa ist sehr breit. Die Annalsegmente mit grossen Genitalplatten an der Ventralseite.



Fig. 2. *Blepharocera armeniaca n. sp.* — der linke Flügel.

Das Männchen hat einen rundlichen Kopf, viel kleiner als der des Weibchens. Die Augen sind zwar einheitlich respect. ungeteilt, die oberen Faceten sind jedoch bedeutend grösser als die unteren. Zwischen beiden ist ein allmälicher Übergang. Dieses gilt auch für die Farbe: die oberen Faceten sind rotbraun, die unteren schwarzbraun. Ganz gleiche Augenorganisation beschrieb Oldenberg für das Männchen der *Blepharocera fasciata Westd.* Die Stirn ist schmal, aber doch breiter als beim Weibchen und trägt ebenso, wie bei diesem die drei Punktaugen. Die Antennen sind 15gliedrig überall von gleicher Stärke. Das letzte Palpenglied ist fast so lang, wie die zwei vorletzten zusammen. Die Form des Epipygium hat gewisse Beziehungen zu dem der *Blepharocera fasciata Wd.* ♂. Die Beine sind sehr dünn und die Klauen der letzten Tarsalglieder sind mit einigen starken Borsten an der Klauenwurzel besetzt. Die Flügel dieser Art

sind kleiner als der beiden kaukasischen Specien. Die Flügeladern verlaufen so wie es Kellogg für die Gattung *Blepharocera* definiert hat. — »$M_3$ incomplete (incomplete vein in the hind margin), no cross-vein between media and cubitus (no cross-vein between veins four and five), and $R_2$ wholly fused with $R_3$ (second vein simple without branch).«

Die beiden Geschlechter wurden herauspraepariert aus den Pupen, die in Gesellschaft der Larven in den südarmenischen Gebirgsbächen gesammelt wurden. Fliegen sah ich bloß an einer Lokalität und zwar in einem Bache unweit des Ortes Legwas, wo sie am 8. Juli in den ersten Nachmittagsstunden oberhalb eines Wasserfalles herumflogen. Wie ich schon bemerkt habe, wird diese Art auch in Nordpersien und im ganzen Araxtal vorkommen.

Die Larve ist 7—8 *mm* lang. Die Grundfarbe ist gelblich, die auf der Dorsalseite durch feine Körnelung ins braune übergeht. Die Unterseite ist weiss. Das Kopfsegment trägt eine Chitinplatte in Form eines Kreisausschnittes. Alle Abdominalsegmente enden an der Dorsalseite mit zwei Chitinwarzen. Diese stehen in der Mittellinie des Körpers; die vordere Warze ist immer grösser als die hintere. Die Antennen kurz, zweigliedrig. Die Saugnäpfe sind klein und ihr Durchmesser beträgt ungefähr ein Sechstel der grössten Segmentbreite. Das erste Paar der Kiemenschläuche mehr als zwei mal so lang wie das hintere. Die Behaarung nur an den Seitenrändern des Körpers und an der Unterseite des Köpfes. Sehr auffallend ist, dass dieser Larve die Tasterfortsätze ganz abgehen. Die Krallen sind wohlentwickelt, aber von jenen konnte ich keine Spur finden. Die Larve ähnelt dadurch der von Keelogg beschriebenen Larve der *Blepharocera osten-sackeni Kell.*

Die Puppe ist schwärzlichbraun, ziemlich breit, beim ♂ kleiner als bei dem ♀. Ganze Länge schwankt zwischen 4—6 *mm*. Die blattartigen Hörner sind nicht nach vorne gerichtet, sondern vertikal zur Längsachse des Körpers gestellt.

### 3. Allgemeiner Teil.

D a s I m a g o. Sämtliche Blepharoceren-Weibchen haben Mundteile zum Saugen und Beissen eingerichtet. Sie fan-

gen meistens kleine Dipteren von deren Körpersaft, sie sich ernähren. Darum sind die Mandibeln lang und gezähnt. Wie sie jedoch der Tiere habhaft werden, wurde nicht beobachtet. Sie benützen dazu gewiss, wie andere räuberische Fliegen, die Vorderbeine, mit welchen sie die sitzende Beute packen und mittels der scharfen Mandibeln die Tiere töten. Die Männchen ernähren sich dagegen von Blumensäften und deshalb sind auch die beissenden Mundteile reduciert. Der Mundapparat wurde von Kellogg ausführlich beschrieben und deshalb wäre es überflüssig nochmals darauf einzugehen. Die meisten der Blepharocerenweibchen respect. -männchen besitzen dichoptische Augen d. h. Augen, die von zwei verschieden facetierten Teilen zusammengesetzt sind. Die oberen Facetten sind gross und die ganze rötlich-gefärbte Hälfte ist von der unteren dunkelbraunen und kleinfacetierten Hälfte durch eine Querleiste oder blosse Querfurche abgegrenzt. Die Grösseverhältnisse der beiden Hälften können sehr verschieden sein. Der obere Teil kann gross sein oder umgekehrt sehr klein. Bei *Blepharocera fasciata* ♂ beschrieb Oldenberg Augen, die zweierlei Facetten besitzten. Die oberen sind gross, die unteren klein und zwischen beiden ist ein allmählicher Übergang, so dass die Augen einhäutliche Halbkugeln bilden, ohne die bei den Weibchen vorkommende scharfe Abgrenzung der verschiedenen Facettenteile. Das ist auch der Fall bei *Blepharocera armeniaca nov. sp.,* wo das Weibchen die Augen durch ein Querband geteilt hat, das Männchen aber dieselbe Augenstruktur, wie die *Blepharocera fasciata Wd.* ♂ besitzt. Die Funktion dieser dichoptischen Augen wird auf zweierlei Weise erklärt.

1. Die grossen und schwach pigmentierten Ommatidien dienen zum Sehen im schwachen Licht, also in der Dämmerung und die kleineren, stark pigmentierten Ommatidien bei Tageslicht. Diese brauchen mehr Lichtstrahlen und ihre Sehkraft erstreckt sich auf kleine Entfermungen, aber sie geben ein genaueres Bild.

2. Die andere Auffassung erklärt die grossen Ommatidien als Organe, die eine Akkomodation auf entferntere Objekte besitzen, die also zur blossen Orientierung in den Gren-

zen der möglichen Sehkraft der Insekten überhaupt und hauptsächlich zur Perzeption der beweglichen Objecte dienen. Die kleinfacettierten Augenhälften sollen akkomodiert sein auf Gegenstände die sich in gewisser, näheren Entfernung befinden und sie sollen das Vermögen der eigentlichen genaueren Objektunterscheidung besitzen.

Die Richtigkeit liegt wohl in Vereinigung der beiden Auffasungen, womit wir uns den Erklärungen Exner's über das »Superpositionsbild« und »Appositionsbild« der Ommatidien und auch seinen Ansichten über das Sehvermögen der Insekten völlig anschliessen. Einige Arten dieser Gattung, die früher als Genus *Liponeura* getrennt waren, haben Augen, die holoptic sind, d. h. alle Facetten, respect. Ommatidien sind gleich. Wie sollen wir hier die früheren Hypothesen applicieren? Die Facetten nähern sich in Grösse den kleinen Ommatidien der dichoptischen Augen, es müsste deshalb diesen Formen, die Möglichkeit des Sehens auf gewisse, grössere Entfernung abgehen.

Die letzten Körpersegmente sind zur Geschlechtfunktion verschieden umgewandelt; ein gewisser Bauplan bleibt jedoch in Grundrissen bei allen Arten einer Gattung gleich. Die Epipygien könnten da ganz gut als systematischer Charakter zur Unterscheidung sowohl der Gattung als auch der Art mitbezogen werden. Ich muss hier bemerken, dass die Konservierung des entomologischen Materiales wie sie jetzt geschieht, nämlich das Austrocknen der Tiere ziemlich verfehlt ist, da die feineren Details (zum Beispiel: die Mundteile, die Augen etc.) bei derartig behandelten Exemplaren entweder ganz verdorben werden oder eine andere Form, als sie bei frischen oder in Konservierungsflüssigkeiten aufbewahrten Objekten besitzen, bekommen.

Der Lebenscyklus dieser Tiere ist immer noch lückenhaft bekannt. Wir wissen nichts von der Lebenslänge; wie lang die Entwickelung dauert, ob die Weibchen überwintern, oder ob jede Generation aus den Eiern, die im vorigen Sommer gelegt wurden, entsteht. Bloss hie und da finden wir Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise der Fliegen resp. Larven und Puppen.

Die Fliegen entfernen sich sicher nicht weit von ihrem Geburtsorte d. h. von den Gebirgsbächen oberhalb deren Wasserspiegels sie in warmen Tagesstunden herumfliegen, sich kopulieren und Eier legen. Die Eiablage wurde von Wierzejski beobachtet. Die Weibchen suchen dort, wo die Strömung am stärksten ist aus dem Wasser emporstehende Steine aus, auf welchen sie bis zur Wasseroberfläche hinuntersteigen. Hier treten sie mit den Hinterbeinen ins Wasser und tauchen von Zeit zu Zeit das Ende des Hinterleibes in dieses, um jedesmal einige Eier zu legen. Die Eier konnte Wierzejski nicht finden und sie blieben bis jetzt unbekannt.

Die Larve. Die asselartigen Tiere leben in rasch fliessenden Gebirgsbächen, wo sie sich oft in grossen Mengen mittels Saugnäpfen an Steinen festhalten. Die Folge dieses Lebensmediums ist vorzügliche Anpassung der Larven. Die dorsoventral abgeplatteten Tiere sind von oben durch feste Chitindecke geschützt. Auf der Bauchseite, die dem Steine zugekehrt ist, war es nicht notwendig; sie ist weich. Der Körper beruht auf festen, kurzen, stark chitinisierten Anhängen. Dieselben sind ungegliedert, kegelartig und enden mit einem, schief nach innen abgeschnittenen Chitinplättchen. Die Funktion der Beine übernehmen sie nur so weit, als sie die Stützapparate des Körpers bilden, um die zur Ansaugung nötige Distanz des Körpers von der Unterlage zu gewinnen. Als Tastorgane dienen die dornartigen Anhänge, die am Ende Tastborsten tragen und oberhalb der Krallen stehen. Sie sind in der Regel kleiner als die Krallen und fehlen bei manchen Arten ganz. Bei den Bibiocephalalarven sind sie hingegen oft viel grösser als die Krallen. Die Tastfunktion übernehmen gewiss auch die als Borsten bezeichneten schmal-blattförmigen Chitinplättchen auf der Unterseite der Kopfes und der Bauchsegmente. Die eigentliche lokomotorische und Anhäftungsfunktion der Beine üben die sechs Saugnäpfe aus. Der erste Saugnapf am Kopfsegment und die übrigen auf den Abdominalsegmenten. Sie stellen eine scheibenartige Hautfalte vor, die im Centrum vieder eingestülpt ist und dort ein kleines Säckchen bildet, in welchen sich mittels dorsoventral verlaufenden Muskeln ein Chitinkegel bewegt. Sobald sich der scheibenartige Rand, welcher mit klebri-

gen Drüsensekret befeuchtet wird, der Unterlage anlegt, wird der Kegel durch Contraction der dorsoventralen Muskeln in die Höhe gehoben, auf seiner Stelle entsteht eine Luftverdünnerung und die Larve sitzt fest angesaugt. Diese Apparate gehören zu den höchst organisierten Saugnäpfen im ganzen Tierreich und ich werde anderswo Gelegenheit haben über ihre genauere Organisation zu berichten. Der Mundapparat ist zum Beissen eingerichtet. Als Nahrung dienen den Larven meist nur Diatomaceae und oft ist mit ihnen der Magen der Tiere vollgestopft.

Die Larven befinden sich in Gebirgsbächen oft in grossen Massen und suchen mit Vorlieeb die wildesten Bachstellen aus. Nach meinen eigenen Beobachtungen, die ich in dem Kaukasus gemacht habe, vereinigen sich die Larven in Kolonien und suchen dazu meist grosse aus den wilden Gletscherbächen hervorstehende Steine mit schroffen Wänden oder Felstufen über die Wasserfälle hinunterstürzten und die dadurch fortwährend bespritzt werden. Auf solchen Plätzen manchmal bis 1 *m* ober dem Wasserspiegel sassen die Larven, die sich in kurzer Zeit umwandeln sollten, oder schon als Puppen dicht nebeneinander festgeheftet waren. Junge Larven, die sich aus den wahrscheinlich frei im Bachbette liegenden Eiern entwickeln, sitzen auf der Unterseite der kleineren Bachsteine und steigen, wenn sie heranwachsen, zur Oberfläche des Wassers empor, wo sie sich dann verpuppen. Das Aufsuchen solch fester Gegenstände zur Befestigung der Puppen hat vielleicht ihre Ursache in der Natur der kaukasischen Bäche. Sie sind nämlich so wild und reissend, dass auch schwerere Steine, die im Bachbette frei liegen, emporgehoben und mitgerissen werden. In Armenien nähern sich die Verhyltnisse den unseren. Die Larven können wir überall im Bachbette, auch an kleinen Steinen finden und die Puppen oft tief unter der Wasseroberfläche sitzend antreffen. Der Unterschied der armenischen Gebirgsgewässer von den kaukasischen, d. h. eine viel schwächere Wasserkraft wird wohl die Ursache dieser Lebensweise sein.

Die Puppe. Auch diese zeigt Organisation, die man als Resultat der Lebensbedingungen ansehen muss. Bloss die

Dorsalseite ist mit einer festen Chitindecke geschützt. Die Bauchseite, die dem Steine zugewendet und deshalb nicht den wilden Wasserströmungen ausgesetzt ist, wird nur mit einer dünnen Haut überzogen. Diese feine Chitinhülle bedeckt alle Körperteile der Ventralseite, die sonst frei von der Unterseite hervorragen, wie man sich an losgerissenen Puppen leicht überzeugen kann. Dieses gilt besonders von den Flügeln, die mit solchem durchsichtigen Chitinhäutchen überzogen sind und schon in der Puppe ihre wirkliche Grösse besitzen. Wenn dann das Imago entschlüpft, können die Flügel fast sogleich benützt werden. Die Puppen sind mit den Seitenrändern an den Steinen angeklebt und sie sitzen so fest, dass man sie beim Losreissen fast immer verletzt. Die Anhäftungspunkte bilden die sechs flachen Chitinscheiben, die sich an den vorletzten dreien Segmenten befinden. Diese Scheiben sind keine Saugnäpfe. Sie entstehen bei der Verpuppung, indem auf den Seitenrändern der Unterseite Chitinparticulen ausgeschieden werden, welche die Puppe an die Steine ankleben und welche dann an losgerissenen Exemplaren als rundliche Scheiben erscheinen. Die Puppen sind deshalb an der Ventralseite ganz flach. Sie sitzen im Bache mit den nach oben gerichteten Köpfen, auf welchen ein Paar Respirationsorgane eingelenkt sind. Ihre Organisation wurde von Kellogg beschrieben. Wie das Imago entschlüpft, wurde von Comstock beobachtet und beschrieben.

Die Entpuppung der Fliegen findet in centraleuropäischen Ländern nach Beobachtungen verschiedener Autoren im Monate August statt. Das sind aber die ersten Exemplare und die letzten Imagines einer Population, müssen bis Ende September entschlüpfen, da sich auch noch im August Larven finden. In den Nordamerikanischen Gegenden kommen nach Angaben Kelloggs zwei Fliegengenerationen im Laufe des Sommers vor. Die eine im Juni, die andere im September. Die erste könnte dann aus überwinternden Eiern stammen, die zweite aus Eiern, die von überwinternden Weibchen im Frühjahr abgelegt wurden. Wie die Verhältnisse im Kaukasus stehen, konnte in einer verhältnismässig kurzer Zeit nicht festgestellt werden, es ist jedoch wahrscheinlich, dass hier wie in unseren Ländern bloss eine Generation zur Entwickelung ge-

langt, denn die klimatischen Verhältnise sind fast gleich. Was Südarmenien und Persien anbelangt, möchte ich mich den Ansichten Kelloggs über die zwei Fliegengenerationen aus dem Grunde anschliessen, als ich neben den Imagines Anfangs Juli auch noch ganz junge Larven, deren Metamorphose erst im September vollendet werden konnte, beobachtet habe. Bemerken muss ich aber, dass alle dergleichen Ansichten nur hypothetisch sind und vielleicht einen anderen Grund haben, da keine genaue und specielle Beobachtungen in dieser Hinsicht vorliegen und die betreffenden Erfahrungen nur zufälligerweise erworben wurden. Die Beobachtungen sind dadurch erschwert, dass die Tiere in Gefangenschaft nicht gedeihen und sofort zugrunde gehen. Darum sind auch die unseren Kenntnisse der Entwickelung und besonders der Anatomie der Larve immer noch sehr lückenhaft und dürfte ein gründliches Studium in dieser Hinsicht interessante Resultate liefern. Leider lässt ich diese Arbeit nur dort durchführen, wo das Material immer beihanden ist.

## Zur Klassifikation der Blepharoceriden.

Die erste Klassifikation der Blepharoceriden wurde von Osten-Sacken aufgebaut; leider benützte er einige systematische Charaktere, die nicht den Wert hatten als ein festes Genusmerkmal zu gelten. In den Grundrissen war sie richtig und hätte von Osten-Sacken überall die Flügelstruktur als einzing richtigen Charakter einzelner Gattungen ausgesehen, so hätte er ein gutes Resultat erhalten. Gewiss war daran der Mangel an bekannten Arten schuld, so dass er nicht einen genaueren Blick in die Morphologie der Gruppen bekommen konnte. Dies gilt auch bei dem unseren Genus *Blepharocera*, das früher in zwei Gattungen getrennt wurde, und zwar das Genus *Blepharocera* und Genus *Liponeura*. Die erste Gattung hat schmale Stirn, die Augen berühren sich fast oben und sind dichoptik d. h. durch eine Querband geteilt. Die Gattung *Liponeura* hat eine breite Stirn und die Augen sind holoptic. Erst Kellogg vereinigte auf Grund der Flügelzeichnung diese zwei Gruppen in eine systematisch richtige Gattung. Wir müssen also die *Liponeura brevirostris Lw.* und *Liponeura cinerascens*

*Lw.* als *Blepharocera brevirostris Lw.* und *Blepharocera cinerascens Lw.* bezeichnen. Hierher gehören dann die zwei kaukasischen Arten, die wir als dortige Vertreter der zweien genannten europäischen Arten ansehen müssen. Diese vier *Blepharoceren* unterscheiden sich durch die holoptischen Augen, dennoch sehr merklich von den übrigen Arten dieser Gattung und könnte man sie in ein Subgenus: *Liponeura* einreihen. Die armenische Art stellt sich dann gleich neben der *Blepharocera fasciata Wstd.* und konnte mit den Nordamerikanischen Specien das zweite Subgenus: *Blepharocera* bilden.

Ich habe hier bloss einen Versuch zur Rekonstruirung der Klassifikation der Gattung *Blepharocera* entworfen, denn es zeigte sich, dass der Liponeura-typus auch anderswo seine Vertreter hat, und auch darum, weil wir erwarten können, dass man in anderen Asiatischen Gebirgen weitere Liponeura-Arten finden wird.

---

**Literatur:**


M. Bezzi: Hapalothrix lugubris H. Ln. ♀ — Zeitsch. f. Hymenopterol. und Dipterologie 1901.

A. Hetschko: Biologisches über Apistomyia elegans Bg. — Wiener Entm. Zeitung 1912.

» Die Metamorphose von Liponeura cinerascens Lw. Ibid. 1912.

H. Dewitz: Beschreibung der Larve und Puppe von Liponeura brevirostris Lw. — Berliner Entm. Zeitschr. 1881.

V. Kellogg: The Net-Winged Midges of North America (Blepharoceridae) — Proceedings of the California. Acad. of Scien. Zoology Vol. III. Nr. 6. 1903.

» : Blepharoceridae — Genera Insectorum. (Diptera). 56 Fascic. 1907.

Fritz Müller: A Metamorphose de um Isecto Diptero. Archivos do Museu Nacion. do Rio Janeiro Vol. IV. 1881.

L. Oldenberg: Blepharocera fasciata Westd. ♂. — Zeitschr. f. Hymenoptl. und Dipterologie 1901.

von Osten-Sacken: Contr. to the study of the Liponeuridae. — Berl. Entm. Zeitschr. 1895.

W. Schnuse: Apistomyia elegans Big. — Zeitschr. f. Hymenoptl. und Dipterol. 1901.

P. STEINMANN: Die Tierwelt der Gebirgsbäche. — Annal. d. Biol. lacustre 1907.

A. WIERZEJSKI: O przeobraženiu muchy Lip. brevirostris Lw. - Rozpr. Akad. v Krakově 1881.

— : Uzupełnienie rozpr. pod tytulem »O przeobr. muchy Lip. brevirostris Lw.«. Ibid. 1883.

---

## Figurenerklärung.

### Tafel I.

Fig. 1. Blepharocera brevirostris var. kaukasica nov. var., die Puppe.

Fig. 2. Blepharocera brevirostris var. kaukasica nov. var. der Kopf des Weibchens.

Fig. 3. Blepharocera platyfrons nov. spec. der Kopf des Weibchen.

Fig. 4. Blepharocera platyfrons nov. spec. ♀, die Analsegmente, Dorsalseite.

Fig. 5. Blepharocera platyfrons nov. spec. ♀, die Analsegmente, Ventralseite.

Fig. 6. Blepharocera armeniaca nov. spec. ♀, die Analsegmente, Dorsalseite.

Fig. 7. Blepharocera armeniaca nov. spec. ♀, die Analsegmente, Ventralseite.

Fig. 8. Blepharocera armeniaca nov. spec. ♂, die Analsegmente, Dorsalseite.

Fig. 9. Blepharocera armeniaca nov. spec. ♂, die Analsegmente, Ventralseite.

Fig. 10. Blepharocera armeniaca nov. spec., der Kopf des Weibchens.

Fig. 11. Blepharocera armeniaca nov. spec., der Kopf des Männchens.

Fig. 12. Die letzten Tarsalglieder von Blepharocera armeniaca nov. spec.

Fig. 13. Die letzten Tarsalglieder von Blepharocera platyfrons nov. spec.

Fig. 14. Die letzten Tarsalglieder von Blepharocera brevirostris var. kaukasica.

### Tafel II.

Fig. 1. Blepharocera brevirostris var. kaukasica nov. var., die Larve von Dorsalseite.

Fig. 2. Blephoracera brevirostris var. kaukasica nov. var., die Larve von Ventralseite.

Fig. 3. Die Larve aus Betscho, Dorsalseite.

Fig. 4. Die Larve aus Betscho, Ventralseite.

Fig. 5. Blepharocera platyfrons nov. spec., die Larve von Dorsalseite.

Fig. 6. Blepharocera platyfrons nov. spec., die Larve von Ventralseite.

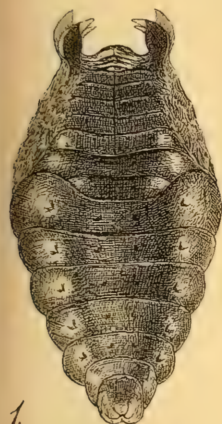
Fig. 7. Die Larve aus Zchenes-zchali, Dorsalseite.

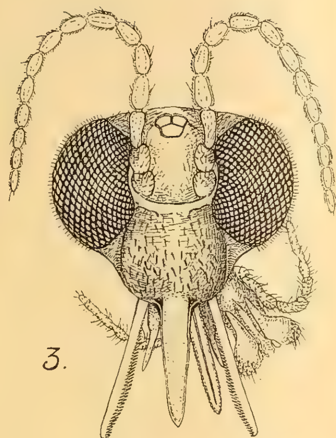
Fig. 8. Die Larve aus Zchenes-zchali, Ventralseite.

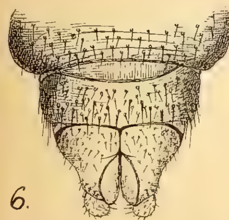
Fig. 9. Blepharocera armeniaca nov. spec., die Larve von Dorsalseite.

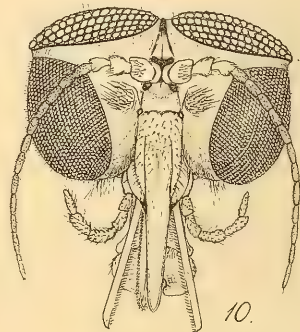
Fig. 10. Blepharocera armeniaca nov. spec., die Larve von Ventralseite.

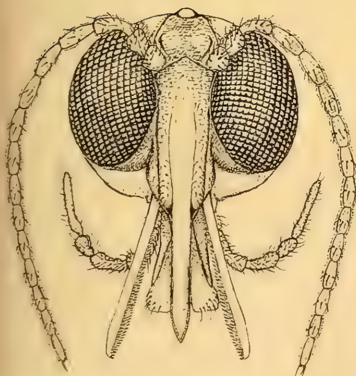
---

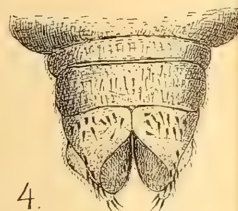

1.

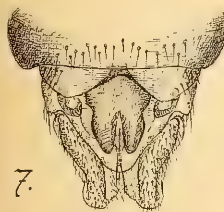

3.

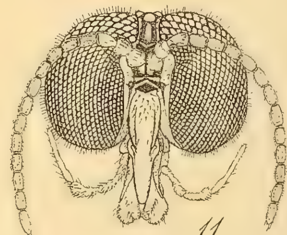

6.

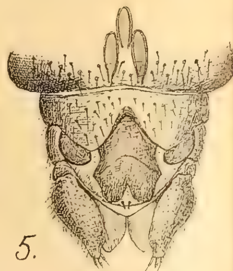

10.

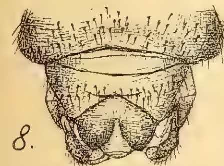

2.


4.

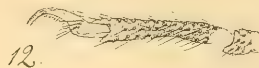

7.


11.


5.

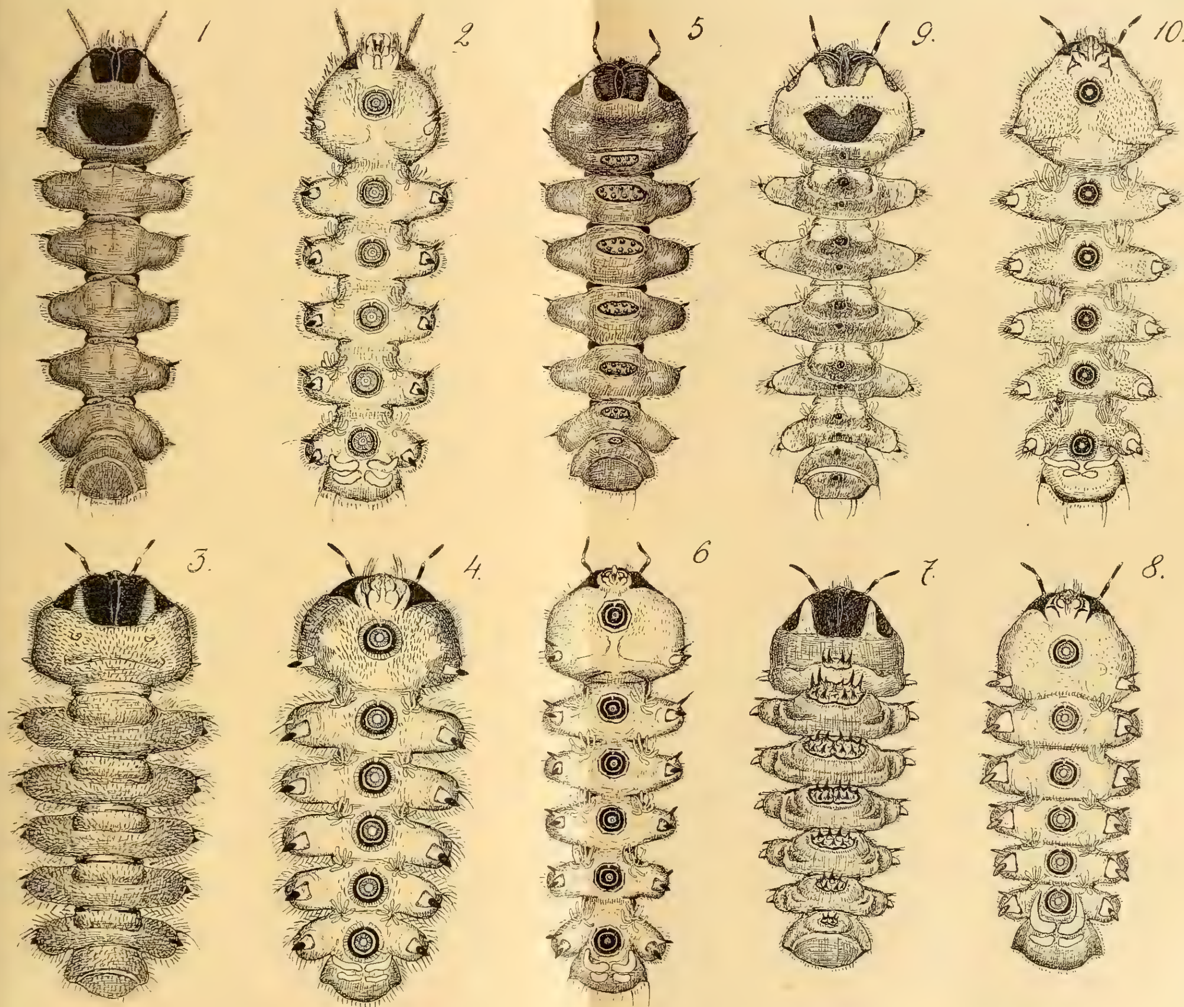

8.


9.


12.


13.


14.


1
2
5
9.
10.
3.
4.
6
7.
8.

X.

# Die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Litten-Hinter-Třebáň und Poučník bei Budňan.

(Mit 1 Tafel und 6 Figuren im Texte).

Von
Privatdozent Dr. **Josef Woldřich.**

Vorgelegt in der Sitzung am 6. Feber 1914.

## Einleitung.

Die Gegend, welche in dieser Arbeit behandelt wird, wurde von mir geologisch kartiert; sie erstreckt sich zwischen den Stationen Hinter-Třebáň-Litten der Lokalbahn Třebáň-Lochovic im Süden, dem Berauntale bei Poučník und der Station Karlstein im Norden. Im Westen wird sie von der Strasse, welche von Litten gegen Krupná führt, begrenzt, im Osten von der Pilsener Hauptstrecke zwischen den Stationen Hinter-Třebáň und Karlstein, sowie vom Beraunflusse. Im Westen schliesst sie sich an das vor eigenen Jahren von F. Seemann (1) kartierte Gebiet an. ·

Unser Gebiet verrät sich durch seine im allgemeinen gleichmässigen Höhenverhältnisse als Teil einer alten Fastebene; die grösste Höhe erreicht der Vočkovberg (366 *m*), dessen Gipfel hauptsächlich aus harten Kosover Quarziten besteht. Der Beraunfluss erhält am rechten Ufer aus unserem Gebiete zunächst einen kleinen Zufluss, welcher vom nörd-

*) Die eingeklammerten Zahlen weisen auf das Literatur verzeichnis hin.

lichen Abhange des Vočkovberges gegen Norden abfliesst und unweit der Cote 207 in den Fluss mündet. Den südlichen Teil unserer Gegend durchfliest der Bělečbach, welcher bei Běleč aus drei kleineren Bächen entsteht. Von diesen kommt der eine nördlich von Běleč, der zweite, »Stříbrný potůček« genannt, von Měňan, der dritte von Litten her. Der Bělečbach mündet bei H. Třebáň in den Svinařerbach.

Unser Gebiet gehört, was die bekannte, lang andauernde Streitfrage über die Entstehung der sogenannten Barrande'schen Kolonien anbelangt, in geradezu klassische Gebiete; die hervorragendsten Teilnehmer an dieser Diskussion, wie Barrande, Krejčí, Lipold u. a. haben hier die geologischen Verhältnisse studiert und versucht, die zweimal sich wiederholende Überlagerung der jüngeren obersilurischen Graptolitenschiefer $e_1$ durch die ältere untersilurische Stufe $d_5$ zu erklären.

In dem von uns kartierten Gebiete ist die Silurformation durch die untersilurische Stufe $d_5$ (Königshofer Schiefer und Kosover Quarzite) und die obersilurische Stufe $e_1$ (Kuchelbader Schiefer) vertreten. Zahlreich sind Diabase hauptsächlich als intrusive Lagergänge, seltener als effusive Decken vorhanden. Auf der eingeebneten Oberfläche dieser gefalteten altpaläozoischen Stufen liegen stellenweise in einer Höhe von 300—350 *m* Sand und Schotter mehr oder weniger horizontal, welche ich dem Tertiär zuzähle. Das Berauntal ist weiterhin von diluvialen Terrassenablagerungen begleitet. Im Niveau des heutigen Beraunflusses breitet sich eine breitere oder schmälere Zone alluvialer Ablagerungen aus.

Die Silurschichten und Diabase fallen im allgemeinen gegen NW. ein; verfolgen wir dieselben, z. B. in der Richtung von Poučník zum Bělečbache, so stossen wir zuerst auf Schiefer $e_1$ mit Diabasen (sie mögen »nördliche Zone $e_1$ mit Diabasen« benannt werden), hierauf auf Schiefer und Quarzite $d_5$ (»nördliche Zone $d_5$«), weiter abermals auf einen breiten Streifen der Stufe $e_1$ mit Diabasen (»südliche Zone $e_1$ mit Diabasen«), welcher am südöstlichen Abhange des Vočkovberges durch eine Zone von Schiefern und Quarziten $d_5$ (»mittlere Zone $d_5$«) in zwei Teile getrennt wird. Im südwestl. Teile unseres Gebietes scheint die mittlere Zone $d_5$ zu fehlen. Schliess-

lich folgen wiederum Schiefer und Quarzite (»südliche Zone $d_5$«). Von den übersichtlichen geologischen Karten, in deren Bereich unsere Gegend fällt, führe ich insbesondere folgende an: M. V. Lipold — J. Krejčí. Geologische Karte eines Teiles des südl. Randes der ob. Abteilung d. Silurformation in Böhmen (Jahrbuch d. geolog. Reichsanst. Wien, 1861, Heft 1). Weiter J. Krejčí—Helmhacker, Geolog. Karte d. Umgebung von Prag, 1868—77, Arch. d. naturw. Landesdurchf. v. Böhmen; J. Krejčí, Skizze einer geolog. Karte d. mittelböhm. Silurgeb. 1885; F. Počta, Geolog. Karte v. Böhmen, Sekt. V. Weitere Umgebung Prags. Archiv d. naturw. Landesdurchf. v. Böhmen, Prag 1903.

Unsere geologische Karte ist zum grossen Teile abgedeckt; das Deckblatt dient zur Darstellung der Verbreitung tertiärer und diluvialer Ablagerungen.

## I. Verbreitung, Lagerung und petrographische Beschaffenheit der silurischen Stufen und der Diabase in unserem Gebiete.

### 1. Die südliche Zone $d_5$.

Zwischen der Station Litten und der Haltestelle Bělečtritt diese Zone zunächst gleich östl. von der Station Litten auf, bricht jedoch offenbar an einer Querdislokation ab und erscheint hinter einem weiteren Querbruche abermals auf und unterhalb der Strecke, hauptsächlich in Form von Quarziten. Dieselben haben hier ein verschiedenes Einfallen, sind gefaltet und disloziert, mit vielfach welligen Schichtflächen. Hierauf sind sie gegen Süden verschoben, während zwischen *km* 3·6 bis 3·4 Schiefer und Quarzite $d_5$ das Hangende und Liegende eines von der Strecke durchschnittenen Diabaslagerganges bilden. Nordöstl. von der Haltestelle Běleč tritt am steilen Uferabhange des Bělečbaches in $d_5$ ein Diabaslagergang auf, der sich auch auf das andere Ufer verfolgen lässt. Im Hangenden des Ganges fallen die Schiefer unter 50° gegen N W. ein; in einer Schlucht unterhalb der Haltestelle kann man ein abweichendes Streichen fast N-S und ein Einfallen etwa 40° nach W bemerken. An der Grenze zwischen $d_5$ und den im Hangenden folgenden Schiefern $e_1$ befindet sich ein schmaler Diabasgang

mit kugelförmiger Absonderung; seiner geringen Mächtigkeit halber wurde er nicht in die Karte eingezeichnet.

Zwischen der Haltestelle Běleč und der Station H. Třebáň ist die südliche Zone $d_5$ vielfach aufgeschlossen. Gleich östl. von der Haltestelle verläuft die Strecke in einer assymetrischen Synklinale, welche aus Schiefern der Stufe $d_5$ mit zahlreichen Quarzitbänken besteht. Das Streichen ist fast O-W., der nördl. Flügel der Synklinale fällt etwa unter 25°, der südl. Flügel unter 70° ein. Auch weiter östl. kann man in dieser Zone eine Faltung verfolgen; der Einfallswinkel pfegt ziemlich gering, etwa 35° zu sein. Vor H. Třebáň, sowie am Abhange des linken Ufers des Bělečbaches herrscht ein gleichmässiges Einfallen gegen N W, also unter die jüngere Stufe $e_1$, vor. Die bedeutendsten Höhen, z. B. Cote 310, nehmen fast allgemein die Kosover Quarzite ein. Je tiefer wir von der Anhöhe am Abhange zum Běléctale herabsteigen, desto häufiger werden die Schiefereinlagerungen zwischen den Quarzitbänken, bis schliesslich jene überhandnehmen. So sind z. B. auch im südöstlichsten Teile unseres Profils (Fig. 4.) an der Strecke nur Schiefer $d_5$ fast ohne Quarziteinlagerungen aufgeschlossen. Die bröckeligen Schiefer werden hier von zahlreichen Diaklasen durchsetzt. Die Diaklasen haben insbesondere ein O-W Streichen und fallen etwa unter 75° nach S ein, während die Schiefer ein mässiges Einfallen gegen N W etwa 30° aufweisen.

Der Unterlauf des Běléčbaches verläuft in weichen Schiefern $d_5$. Oestl. von Běleč ziehen sich vom Tale gegen N. zwei tiefe Schluchten hin; in der westl. sind stark gestörte Schichten $d_5$ aufgeschlossen. Westl. davon verläuft südöstl. von Běleč die Fortsetzung der Vočkover Verwerfung, durch welche auch hier eine Verschiebung der Zone $d_5$ und $e_1$ gegen S erfolgte. Man kann dies insbesondere gut am Verlaufe der beiden hier aufgeschlossenen Diabaslagergänge verfolgen. Bei der Streckenbiegung vor der Station H. Třebáň ist unweit der Grenze zwischen $d_5$ und $e_1$ ein mächtiger Diabaslagergang durchschnitten. Durch ihn wird das Hangende und Liegende kontaktmetamorph beeinflusst. Die Schiefer $d_5$ fallen hier etwa 30° gegen N W ein und erinnern durch ihre stellenweise schwarze Färbung oft an die Schiefer $e_1$.

## 2. Die mittlere Zone $d_5$.

Diese liegt inmitten von Graptolitenschiefern und Diabasen der südl. Zone $e_1$. Man kann sie etwa von der Vočkover Bruchlinie gegen NO bis zur Bahnstrecke verfolgen. Sie ist in den Schluchten, welche nördl. von Běleč auf den Vočkovberg sich hinziehen, gut aufgeschlossen. In der östlichsten derselben (s. unsere geolog. Karte) liegen braune glimmerreiche und sandige Schiefer, sowie typische Quarzite der Stufe $d_5$ direkt auf den Schiefern und Diabasen der südl. Zone $e_1$, ohne dass man eine Störung wahrnehmen könnte. Beide Stufen fallen regelmässig nach NW ein. Die Hauptstrecke bietet zwar keinen direkten Aufschluss in dieser Zone, jedoch finden wir oberhalb ihr überall am östl. Abhange des Vočkovberges insbesondere reichliche Bruchstücke typischer Kosover Quarzite, untergeordnet auch solche von Schiefern $d_5$ vor. Diese Stufe schliesst hier einen schmalen Diabaslagergang ein. Sie zieht sich gegen SO fast bis zum Wächterhause beim *km* 27·4 hin, wo sie von der Stufe $e_1$ unterlagert wird. Am Abhange oberhalb der Bahnstrecke findet man an der Grenze zwischen $d_5$ und $e_1$ einen Diabaslagergang, dessen Kontakt hier an zwei allerdings schwer zugänglichen Stellen aufgedeckt ist.

## 3. Die nördliche Zone $d_5$.

Diese nimmt in unserem Gebiete die grössten Höhen des Vočkovberges ein und liegt zwischen zwei obersilurischen Schieferstreifen $e_1$; sie verläuft gegen SW bis nach Měňan.

Westlich vom Vočkover Querbruche ist diese Zone zu beiden Seiten der nach Litten führenden Strasse von jüngeren Ablagerungen, hauptsächlich Sand und Schotter, bedeckt. Oberhalb des südl. von Cote 318 nach Bělč verlaufendes Weges treten die Schiefer $d_5$ mit Quarziteinlagerungen zutage; Streichen und Fallen ist hier überaus wechselvoll, letzteres bald gegen N, bald wiederum gegen NO oder O (s. Karte). Dies weist auf die Nähe einer grösseren Dislokation hin; in der Tat befinden wir uns auch unweit der Grenze zwischen $d_5$ und der südl. Zone $e_1$, welche einer grossen Überschiebung entspricht.

Südöstl. von Cote 318 führt ein Weg in östl. Richtung auf den Vočkovberg bis zur Höhenkurve 260 *m*; überall finden wir hier auf den Feldern deutliche Spuren von Quarziten $d_5$ in grösseren Höhen. Auf ihren Schichtflächen kann man zahlreiche Spiegelflächen beobachten, welche ebenfalls auf die Nähe einer Dislokation hindeuten; es verläuft hier einerseits die erwähnte Überschiebung, andrerseits der Vočkover Querbruch. Überaus häufig findet man auch auf den Schichtflächen der Quarzite wurm- und hieroglyphenförmige Zeichnungen.

Östl. des Vočkover Querbruches fallen die Schiefer $d_5$ unter die nördliche Zone $e_1$ in der langen Schlucht ein, welche nördl. von Cote 207 am Beraunflusse in süd-



**Fig. 1. Schichtenstörungen in den Schiefern und Quarziten der nördl. Zone $d_5$ an der Pilsener Hauptstrecke. Etwa 1:1000.**

licher Richtung auf den Vočkovberg bis über die Isohypse 320 *m* führt. An der Grenze beider Zonen befindet sich ein Diabaslagergang. Wenn wir diese Zone $d_5$ vom Kreuze am Vočkovberge in südl. Richtung von Cote 366 entlang des steilen Abhanges oberhalb der Hauptstrecke verfolgen, beobachten wir, wie allmählich die Kosover Quarzite überhandnehmen. Am schönsten ist diese Zone längs der Bahnstrecke südl. von Klučic aufgeschlossen, wo die hohen Felswände ein durch seine tektonischen Detaile interessantes Profil bieten. Südl. von *km* 28·4 treten hier im Bahneinschnitte Schiefer $d_5$ mit bis $^1/_2$ *m* mächtigen Quarzitbänken auf. Die Schiefer sind von bräunlicher oder grauer Farbe und glimmerreich, während die Kosover Quarzite grünlich zu sein pflegen. Ihr Fallen ist zunächst normal gegen NW etwa 30—40°; allmählich beginnt jedoch in südlicher Richtung ihre Lagerung gestört zu sein, die Schichten sind gefaltet und von zahlreichen kleineren Verwerfungen und Überschiebungen durchsetzt, wie es unser Profil (Fig. 1.) zwischen *km* 28·2 und 28·3 darstellt.

Je mehr wir uns der einer grossen Überschiebungslinie entsprechenden Grenze zwischen dieser Zone und der südl. Zone $e_1$ nähern, desto intensiver sind die Schichten gefaltet, schliesslich auf den Kopf gestellt, stark gestört mit in der Überschiebungsrichtung nach abwärts gebogenen Schichtköpfen (s. unser Profil, Fig. 4.). Auch hier finden wir abermals, insbesondere in der Nähe der Überschiebung auf den Schichtflächen der Quarzite jene hieroglyphenartigen Zeichnungen, von denen früher Erwähnung geschah. Ich glaube, dass sie mit den tektonischen Bewegungen im Zusammenhange stehen. Über ähnliche Zeichnungen und Erhabenheiten auf den Schichtflächen der Quarzite $d_5$ spricht auch LIPOLD (2).

## 4. Die südliche Zone $e_1$ mit Diabasen.

Die früher beschriebene nördl. Zone $d_5$ teilt die Stufe $e_1$ unseres Gebietes in eine nördliche und südliche Zone. Letztere verläuft am rechten Beraunufer von H. Třebáň gegen WSW über Běleč, Vlence, Litten gegen Vinařic und umschliesst die aus Kalksteinen $e_2$ zusammengesetzten Berge Mramor und Šamor.

Westl. der Vočkover Bruchlinie tritt in unserem Gebiete auf dem südl. von Cote 318 gegen Běleč führenden Wege im Liegenden der dislozierten Schiefer $d_5$ zunächst ein schmaler Streifen von Graptolitenschiefern auf; im Liegenden desselben folgt ein Diabaslagergang, hierauf abermals Schiefer $e_1$. Weiter ostwärts in der Richtung gegen die erwähnte Bruchlinie ist diese Zone von Sand- und Schotterablagerungen bedeckt. In der Nähe des Bruches jedoch lässt sich ihre Anwesenheit am südl. Abhange des Vočkovberges abermals durch zahlreiche, in den Feldern herumliegende Schieferbruchstücke feststellen.

Längs der Hauptstrasse findet man von Cote 311 bis fast gegen Vlence wiederum eine jüngere Sand- und Schotterdecke, die von hier weiter nach O bis gegen Běleč reicht. Nördl. von Vlence sind im Hangenden eines Diabaslagerganges deutlich kontaktmetamorphe Schiefer $e_1$ aufgeschlossen; sie fallen etwa 60° gegen NW ein. Nördl. von dieser Stelle führt ein

Weg gegen W. nach Měňan; zu seiner rechten Seite ist die Stufe $e_1$ zunächst in Form von Schiefern aufgeschlossen, später stellen sich Kalkbänke und Diabas ein. Die Schichten sind stark gefaltet und disloziert, offenbar infolge der nahen Überschiebungslinie, die hier zwischen dieser Zone $e_1$ und der im N folgenden Stufe $d_5$ verläuft.

Gleich oberhalb von Vlence führt ein Weg zunächst entlang des Diabaslagerganges nach O. Dieser bricht wohl an einer Bruchlinie plötzlich ab, und in seiner Streichrichtung findet man tiefe Gruben in Sandablagerungen, die früher hier offenbar ausgebeutet wurden. Dann tritt weiter südl. am Wege abermals Diabas auf, dessen Hangendschiefer $e_1$ jedoch nicht kontaktmetamorph beeinflusst zu sein scheinen. Ich halte ihn für eine effusive Decke. Die Fortsetzung desselben im Streichen dürfte durch kleinere Bruchlinien Verschiebungen erlitten haben; sie erscheint wahrscheinlich zunächst am rechten Ufer des Stříbrný potůček, hierauf abermals am linken Ufer, wo in ihrem Liegenden Schiefer $e_1$ aufgeschlossen sind. Hinter einer weiteren Dislokation ist ihr Hangendes und Liegendes sichtbar. Ersteres besteht aus kalkreichen Schiefern $e_1$ mit Einlagerungen von Kalksteinkonkretionen und — bänken; die Hangendschiefer fallen gegen NW ein und weisen abermals infolge der Deckennatur des Diabases keine Kontaktmetamorphose auf. Der Hangendteil dieser Diabasdecke pflegt stellenweise von lichter, gelblicher Farbe und mandelstein- oder tuffartiger Struktur zu sein.

Zwischen Vlence und Litten treten Schiefer $e_1$ öfters seitwärts von der Strasse auf; sie pflegen hier stark gefaltet zu sein und fallen bald nach NW, bald noch SO ein. Östl. von hier bis gegen Běleč findet man abermals jüngere Ablagerungen; bloss auf dem Wege, der von Vlence nach O. zum Kreuze bei Běleč führt, kommen stellenweise die Schiefer $e_1$ zum Vorschein. Ich kann des mangelhaften Aufschlusses wegen nicht mit Sicherheit sagen, ob der zur rechten Seite des Weges auftretende Diabas eine Fortsetzung der Diabasdecke vom andern Ufer des Stříbrný potůček bildet, oder ob wir es nicht vielmehr mit einem selbständigen Diabaskörper zu tun haben. Die auf diesem Wege aufgeschlossenen Schiefer $e_1$ pflegen steil bis über $75^0$ nach NW einzufallen, ja stellenweise sind

sie geradezu auf den Kopf gestellt oder fallen sogar eher gegen SO ein.

Vom südl. Ende des Ortes Běleč zieht sich am linken Ufer des Baches ein Diabasrücken gegen WSW. hin, seine Fortsetzung bildet am andern Ufer ein kleiner isolierter Diabashügel; zwischen beiden fliesst der genannte Bach. Im erwähnten Hügel ist der Diabas durch einen Steinbruch aufgeschlossen; er hat die Form eines gewölbten, von einem kontaktmetamorphen Mantel umgebenen Körpers. Der Mantel ist an der Südseite des Hügels erhalten und fällt hier ebenso wie der Diabas nach SO ein; das Fallen der Schiefer ist jedoch am Fusse des Hügels bei weitem steiler als oben, so dass sich diese offenbar ursprünglich über den Diabaskörper und seine nördl. Abdachung wölbten. Auf dieser ist jedoch der Mantel abgetragen; etwas weiter nördl. beobachten wir ein nordwestliches Einfallen der Schiefer $e_1$. Es macht also dieses Diabasvorkommen den Eindruck eines lakkolithartigen Körpers, dessen nördl. Mantelteil denudiert ist. Weniger wahrscheinlich würde mir die Deutung dieses Diabaskörpers als Antiklinale eines mächtigeren, gefalteten Diabaslagerganges scheinen.

Eher schon macht der langgestreckte, in der Mitte verengte, früher erwähnte Diabasrücken den Eindruck eines aus den weichen Hangend- und Liegendschiefern $e_1$ durch Denudation herausmodellierten Lagerganges. Am nördl. Abhange dieses Rückens treten an einer Stelle kontaktmetamorphe Schiefer $e_1$ mit nordwestl. Einfallen auf, während unweit des östl. Endes des Diabasrückens die Schiefer $e_1$ gegen SW. einfallen. Dieses hier ungewöhnliche Einfallen möchte ich am ehesten durch die Nähe der Querdislokation erklären, welche — wie aus unserer geologischen Karte ersichtlich ist — offenbar die südöstl. Fortsetzung des Voćkover Querbruches bildet. Eine starke Störung der Schichten $e_1$ kann man übrigens gleich etwas weiter östl. bei einer Hütte verfolgen, wo sie überaus bröckelig erscheinen.

An der Bahnstrecke zwischen der Station Litten und Haltestelle Běleč kann man ziemlich komplizierte Lagerungsverhältnisse der südl. Zonen $e_1$ und $d_5$ verfolgen. Zunächst treten hier Schiefer $e_1$ mit einem schmalen Diabaslagergange

auf, hierauf Schiefer $d_5$; dann folgen hinter *km* 4·6 abermals Graptolitenschiefer, welche zwischen *km* 4·1 u. 4·2 stark disloziert sind (s. unsere Karte). Dasselbe gilt auch von den Schiefern und Quarziten $d_5$, welche weiter an der Bahnstrecke aufgedeckt sind. Es verläuft zwischen diesen und ersteren ein Querbruch. Bei *km* 3·9 tritt abermals $e_1$ und unterhalb der Strecke Diabas und $e_1$ auf. Von *km* 3·6 bis 3·4 ist ein Diabaslagergang von kugelförmiger Absonderung durch die Bahnstrecke angeschnitten, während oberhalb derselben bereits Schichten der Stufen $d_5$ aufzutreten scheinen. Durch eine Reihe von Querbrüchen sind hier Schollen $d_5 + e_1$ gegen einander verschoben, sodass die Bahnstrecke bald in dieser, bald in jener Zone verläuft.

Nordöstl. von der Haltestelle Běleč findet man am rechten Bachufer in $d_5$ einen Diabaslagergang; nördl. von der Haltestelle kann man am Abhange die Grenze zwischen $d_5$ und dessen Hangendem $e_1$ verfolgen. Zwischen beiden verläuft ein Diabasgang von kugelförmiger Absonderung, der seiner geringen Mächtigkeit halber auf unserer Karte nicht eingetragen ist. Ein weiterer mächtigerer Diabaslagergang tritt dann in den Hangendschiefern $e_1$ auf. Ganz ähnliche Lagerungsverhältnisse beobachten wir auch am rechten Bachufer, zwischen diesem und der südöstl. Fortsetzung der Vočkover Bruchlinie. Die Schichten $d_5$, $e_1$ und die Diabase sind hier gut aufgeschlossen, obwohl sie in der Nähe des Querbruches gestört sind. Es verlaufen hier also zwei Diabaslagergänge; der eine in der Stufe $e_1$, der andere in der Stufe $d_5$. Ersterem würde der westl. von der Haltestelle bis etwa *km* 3·6 längs der Strecke verlaufende Gang angehören, letzterem der Diabas, der von *km* 3·6 bis zur Haltestelle auftritt.

Oestl. der Vočkover Bruchlinie wird die südl. Zone $e_1$ durch die keilförmige, früher besprochene mittlere Zone $d_5$, welche gegen SW am genannten Bruche abzubrechen scheint, unterbrochen. Nördl. vom genannten Streifen $d_5$ kann man die südl. Zone $e_5$ in der nördl. Fortsetzung der Schlucht verfolgen, welche sich nördl. von Běleč auf den Vočkovberg hinzieht. $D_5$ wird hier von dichten, lichten, rosafarbe-

nen, violetten oder schwarzen Schiefern $e_1$ überlagert; dieselben schliessen hier zwei Diabaslagergänge ein. Eine ähnliche Färbung der Graptolitenschiefer erwähnt auch SEEMANN (1, S. 2) von Lounin.

Am besten ist dieser nördl. Teil der südl. Zone $e_1$ in einem Profil der Pilsener Hauptstrecke aufgeschlossen (s. Fig. 2). Wir wollen dasselbe in südöstl. Richtung verfolgen: Längs der grossen, oberhalb der Strecke deutlich auftretenden Überschiebungsfläche fällt zunächst unter die nördl. Zone $d_5$ ein mächtiger Diabaslagergang ein, in dessen Hangendem man auf dem Abhange des Vočkovberges Schollen eines durch die




**Fig. 2. Profil in $e_1$ an der Pilsener Hauptstrecke (schwarz:Diabase) zwischen km 27·7 und 27·8. Etwa 1:1000.**

Überschiebung zerrissenen kontaktmetamorphen Schieferstreifens $e_1$ beobachten kann. Ebenso finden wir auch im Liegenden dieses Ganges zunächst ein lichtes, darunter ein schwarzes, adinolenartiges Kontaktgestein vor. Dreimal wiederholen sich dann noch gegen SO zwischen *km* 27·8—27·7 kleinere Überschiebungen, welche hauptsächlich an die Nähe von Diabaslagergängen gebunden zu sein scheinen. Jenseits der letzten Überschiebung folgen Schiefer $e_1$, welche zunächst normal, später zickzackförmig gefaltet sind. Der Faltung unterlagen hier auch Diabaslagergänge, wie wir es z. B. in der Mitte unseres Profils und zur linken Seite beobachten können (s. Fig. 2). Unsere Figur 3. stellt einen intensiv gefalteten Diabaslagergang vor, dessen Hangend- und Liegendschiefer $e_1$ noch weit steilere Falten, als der Gang selbst, aufweisen.

Südöstl. von *km* 27·7 tritt an der Strecke noch ein mächtigerer Diabaslagergang auf; in seinem Liegenden folgt zunächst noch ein schmaler Streifen $e_1$ und hierauf Schiefer und Quarzite der mittleren Zone $d_5$.

Unter dieselbe fallen dann weiter abermals Schiefer und Diabase der südl. Zone $e_1$ ein, wie wir es insbesondere in der nördl. von Běleč auf den Vočkovberg führenden Schlucht beobachten können. Wir sehen hier zunächst schwarze Schiefer $e_1$ mit licht- bis tabakbraunen weichen Einlagerungen, die öfters ihrem Aussehen nach an die Schiefer $d_5$ erinnern.



Fig. 3. Ein gefalteter Diabaslagergang zwischen Schiefern $e_1$ bei *km* 27·7.

Ich fand in denselben jedoch Monograptus aus der Gruppe priodon, sodass sie hier nur der Stufe $e_1$ angehören können. Die Schiefer $e_1$ fallen etwa 40° gegen N W ein, dann folgt ein Diabaslagergang und in dessen Hangendem mit gleichem Einfallen und in scheinbar ungestörter Lagerung Quarzite und Schiefer $d_5$.

Auf dem Wege, welcher von Běleč gegen O zur Cote 284 führt, ist diese Zone $e_1$ mit jüngeren Ablagerungen bedeckt, während sie auf dem Wege von gleicher Richtung, der vom südl. Ende des Ortes Běleč ausgeht, öfters zutage treten und ein normales Einfallen etwa 45° gegen N W aufweisen. Letz-

terer endet gegen O als Hohlweg, wo zu beiden Seiten abermals die Schiefer $e_1$ aufgeschlossen sind und etwas weiter südl. einen weniger mächtigen Diabaslagergang einschliessen. Die Grenze zwischen den südl. Zonen $e_1$ und $d_5$ kann man auch gut nördl. von Cote 310 verfolgen.

Die Bahnstrecke verläuft südöstl. vom genannten Keile $d_5$ durch die südl. Zone $e_1$ fast in W-O Richtung und bietet uns also hier kein Querprofil. Zunächst können wir oberhalb der Strecke einen schmalen Graptolitenschieferstreifen, weiter beim Wächterhause einen Diabaslagergang von kugelförmiger Absonderung beobachten. In dessen Liegendem treten abermals dislozierte Schiefer $e_1$ auf, dann durchschneidet die Bahnstrecke eine mächtige Diabasmasse, welche in Graptolitenschiefern, die kontaktmetamorph beeinflusst sind, eingelagert ist und sich auf den Abhang des Vočkovberges hinauf verschmälert. Es ist wohl ein mächtiger Diabaslagergang, der sich hier lakkolitenartig erweitert (s. unser Profil, Fig. 4. S. 18.).

Vor der Station H. Třebáň treten an einer Stelle oberhalb der Bahnstrecke Graptolitenschiefer auf, welche auf ihren Schichtflächen offenbar durch Fe-Verbindungen ziegelrot, am Querbruche jedoch weiss oder gelblich gefärbt sind. Sie zerfallen in kleine Bruchstücke, sind überaus arm an Versteinerungen und normalen, schwarzen Graptolitenschiefern eingelagert.

### 5. **Die nördliche Zone $e_1$ mit Diabasen.**

Sie tritt in unser Gebiet von W her ein, wo sie südl. vom Berge Tobolka über Korno nach Krupná verläuft.

Westl. des Vočkover Querbruches trifft man in dieser Zone auf eine in der Mitte sich verschmälernde Diabasmasse, welche Seemann, in dessen geologischer Karte sie aufgenommen ist, für intrusiv hält. Nach ihm besteht dieser Diabas hauptsächlich aus Augit, Feldspaten und Olivin; akzessorisch treten Ilmenit, Apatit auf, Zersetzungsprodukte sind Serpentin, Zeolithe (Thomsonit, Natrolit), Analzim und Kalzit.

Es ist ziemlich schwer, sich über die geologische Ge-

staltung dieses Diabaskörpers näher auszusprechen, denn er ist vielfach von jungen Sedimenten bedeckt. Ich habe jedoch an seinem nördl. Ende einen deutlich effusiven, mandelsteinartigen Charakter vorgefunden, ebenso tritt unterhalb der scharfen Strassenbiegung ein seiner mikroskopischen Beschaffenheit nach deutlicher Diabastuff* auf; ich halte daher diese Diabasmasse für hauptsächlich *effusiv.* Dieser Anschauung entspricht auch die mikroskopische Struktur und Beschaffenheit der genannten Gesteine, welche jedoch ebenso wie die anderen Diabase unseres Gebietes in einer besonderen Arbeit behandelt werden. Nördl. u. südl. von diesem Diabase finden wir einen Schieferstreifen $e_1$.

Oestl. vom Voćkover Querbruche herrschen in der nördl. Zone $e_1$ ganz andere geologische Verhältnisse als westl. von demselben. Man kann sie am besten in der langen Schlucht verfolgen, welche von der Strasse in südl. u. südöstl. Richtung auf den Voćkovberg führt. Sie durchschneidet die nördl. Zone $e_1$ und teilweise auch die nördl. Zone $d_5$. Sechsmal wechsellagern hier schwarze Graptolitenschiefer mit Diabasen, die wohl als Lagergänge aufzufassen sind, da ich zum grossen Teile in ihrem Hangenden kontaktmetamorph beeinflusste Schiefer $e_1$ vorfand. Die Schiefer und Diabase fallen im ganzen gegen N W ein; nur an einer Stelle scheinen die Schiefer nach S O einzufallen. Letzteres hängt vielleicht mit der Nähe des Voćkover Querbruches zusammen, der sich gerade an dieser Stelle am meisten der Schlucht nähert.

Entlang der Voćkover Bruchlinie ist die östl. Scholle gegen S verschoben, längs ihr fand auch eine Verwerfung der Schichten statt. Weder die Schieferstreifen $e_1$, noch die Diabase der östl. Scholle haben westl. von der Verwerfung ihre Fortsetzung. Wenn wir z. B. von dem an der Strasse östl. von Krupná stehenden Kreuze gegen SO gehen, stossen wir zuerst auf $e_1$, hierauf gleich auf $d_5$; es herrschen hier also ganz andere Verhältnisse als weiter östlich.

Oberhalb des Wächterhauses südöstl. von Poučník tritt ein Diabaslagergang auf, weiter südl. gegen Klučic findet man

* Gemäss einer vorläufigen petrographisch-mikroskopischen Untersuchung.

an der Bahnstrecke Schiefer $e_1$, dann folgen mächtige lössartige Gehängelehme, und südl. von Klučic abermals $e_1$ und Diabas an der Grenze zwischen dieser und der im Liegenden folgenden Zone $d_5$.

Die Schiefer $e_1$ sind in dieser Zone gewöhnlich schwarz, stellenweise jedoch auch licht gefärbt. Anderwärts, z. B. nördl. von Bělec oder an der Bahnstrecke zwischen Litten und Bělec, findet man, wie bereits oben erwähnt wurde, braune, weiche Schiefereinlagerungen, welche den Schiefern der Stufe $d_5$ überaus ähnlich sehen. Sie gehören an den genannten Stellen dem Liegendteile der Schiefer $e_1$ an. Umgekehrt fand ich im Hangendteile der Schiefer $d_5$ an der Lokalbahnstrecke vor H. Třebáň schwarze Schiefer von ähnlichem Aussehen wie die Schiefer $e_1$.

## 6. Diabase.

Im Vorhergehenden wurde bereits des geologischen Auftretens der Diabase in unserem Gebiete Erwähnung getan. Sie treten also hauptsächlich als intrusive, stellenweise lakkolithartig sich erweiternde Lagergänge, seltener als effusive Decken auf. Die Petrographie unserer Diabase wird in einer besonderen Arbeit behandelt werden.

## Palaeontologische Bemerkungen.

In den Zonen $d_5$ konnte ich in unserem ganzen Gebiete keine Versteinerungen auffinden. Aus der Zone $e_1$ unseres Gebietes sind zahlreiche Fossilienfunde bekannt; sie sind insbesondere im Barrande'schen Werke angeführt. Stellenweise sind die Schiefer $e_1$ sehr reich an Graptoliten, so z. B. nördl. von der mittleren Zone $d_5$ an der Bahnstrecke. Die von mir hier aufgefundenen Graptoliten bestimmte freundlichst H. Dr. J. Perner folgendermassen: *Climacograptus rectangularis M. Coy, Monograptus triangulatus* Harkn., *Monograptus tenuis?* Portl., *Rastrites peregrinus* Barr. In den roten Schiefern $e_1$ von H. Třebáň fand ich weiters: *Climacograptus rectangularis;* in den violetten oder rosafarbenen Schiefern $e_1$ am südl. Abhange des Večkovberges: *Climacograptus rectan-*

*gularis* M. Coy oder *scalaris?* Linn., *Climacograptus* sp., *Mo-nograptus triangulatus, Monograptus lobiferus* M. Coy, *Ra-strites peregrinus* Barr., *R. approximatus* Pern., *Rastrites longispinus?* Pern. Oestl. von Vlence fand ich in Schiefern $e_1$ *Cardiola interrupta, Cardiola gibbosa?, Slava* sp., *Orthoceras* sp., *Ceratiocaris bohemicus* u. a.

---

## II. Die Tektonik unseres Gebietes.

Unser Gebiet ist, was die Tektonik anbelangt, nicht nur interessant, sondern auch berühmt; denn es wurde seinerzeit, als in Böhmen und in der Fremde der Streit um die sog. Barrande'schen Kolonien entflammte, von zahlreichen Geologen und Palaeontologen besucht. Das plötzliche Erscheinen der Barrande'schen dritten Fauna inmitten von Schichten, welche seine zweite Fauna enthalten, entfachte einen harten literarischen Kampf. Die Barrande'sche Ansicht, dass seine dritte Fauna in anderen Meeren bereits zu einer Zeit existierte, als im böhmischen Silurmeere die zweite Fauna lebte, und dass sie aus ersteren zu uns einwanderte, dürfte heute kaum mehr ernstere Vertreter finden. Mit der Fauna ändert sich in den Kolonien auch der petrographische Charakter der Schichten. Die Schichten der Barrande'schen Kolonien mit der dritten Fauna gehören faunistisch und petrographisch der obersilurischen Stufe $e_1$, die Schichten mit der zweiten Fauna der untersilurischen Stufe $d_5$ an. Die Wechsellagerung von Schichten $d_5$ und $e_1$ kann man nach unseren heutigen Erfahrungen natürlich nur Dislokationen zuschreiben.

Eben unser Gebiet ist durch eine ähnliche Wechsellagerung von Zonen $e_1$ und Diabasen mit Zonen $d_5$ gekennzeichnet. Wenn wir unser Gebiet in der Richtung unseres Querprofils (s. unsere Karte u. Prof., Fig. 4.) begehen, stossen wir dreimal auf. Schiefer und Diabase der Stufe $e_1$, ebenso oft auf die Königshofer Schiefer und Kosover Quarzite $d_5$.

Der tektonische Aufbau unserer Gebietes ist im ganzen isoklinal; das Streichen ist vorherr-

schend NO—SW, ONO—WSW oder fast O—W; das Einfallen gewöhnlich gegen NW, NNW oder N.

Ich kann hier Bruchlinien von dreierlei Art unterscheiden. Es ist zunächst eine Längsdislokation, nämlich die Faltenüberschiebung, durch welche ältere Schichten $d_5$ über jüngere Schichten $e_1$ überschoben wurden; sie verläuft etwa von Cote 311 an der Littener Strasse gegen NO zum Beraunflusse (= »Vočkover Überschiebung«). Zweitens findet man Querdislokationen, längs welcher hauptsächlich horizontale Bewegungen der Schichten stattfanden, es sind also Blattverschiebungen. Schliesslich fanden längs der Querbruchlinie, welche über den Vočkovberg gegen SO verläuft, Horizontal- und Vertikalbewegungen statt; es ist dies die Vočkover Verwerfung.

Gehen wir in der Richtung unserer Profillinie (s. Karte u. Prof., Fig. 4.) von SO nach NW, so beobachten wir zunächst Schiefer und Quarzite $d_5$ mit nordwestl. Einfallen. Im Hangenden folgen Graptolitenschiefer und Diabase im ganzen mit gleichem Einfallen; sie sind isoklinal gefaltet und nach SO überkippt. Dem isoklinalen Aufbau muss man auch das plötzliche Auftreten der Zone $d_5$ inmitten der Graptolitenschiefer zuschreiben. Erstere bildet einen teilweise denudierten isoklinalen Sattel, welcher durch die Faltung in seine heutige Lage kam (s. Prof., Fig. 4.). Im Hangenden dieser mittleren Zone $d_5$ folgen dann abermals meist stark dislozierte Schiefer $e_1$; darüber liegt wiederum die ältere Zone $d_5$, welche hier infolge einer Faltenüberschiebung, die wohl der varistischen Faltungsperiode zuzuschreiben ist, über die jüngeren obersilurischen Schiefer überschoben wurde. Diesseits und jenseits der Überschiebung sind die Schichten ungewöhnlich stark disloziert, detailgefaltet und von zahlreichen kleineren Verwerfungen und Überschiebungen durchsetzt. Im Hangenden dieser Zone $d_5$ folgen dann normal Graptolitenschiefer und Diabase.

Die Wechsellagerung der Zonen $e_1$ und $d_5$ wird also in unserem Gebiete einerseits durch isoklinale Faltung, andrerseits durch eine Faltenüberschiebung bewirkt. Westl.

der Vočkover Verwerfung scheint die mittlere Zone $d_5$ nicht mehr aufzutreten, und ich bin der Ansicht, dass diese westl. Scholle längs der genannten Verwerfung in die Tiefe gesunken ist, sodass daselbst der isoklinale Sattel der mittleren Zone $d_5$ noch von den Hangendschichten $e_1$ bedeckt erscheint, während in der östl. Scholle letztere abgetragen sind, sodass hier $d_5$ zutage tritt.

Von einer Verwerfung längs der Vočkover Bruchlinie zeugt auch der Umstand, dass westl. von derselben die nördl. Zone $e_1$ ganz anders aufgebaut ist als östl. von ihr. In der

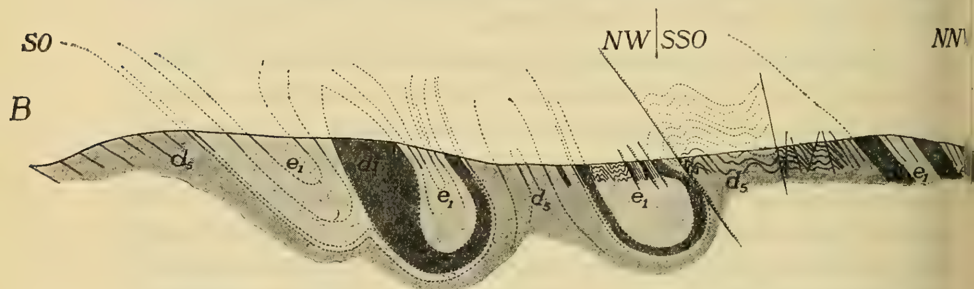



Fig. 4. Querprofil A-B durch den östlichen Teil unseres Gebietes.

westl. Scholle tritt die effusive Diabasmasse auf, während die östl. Scholle aus Graptolitenschiefern mit mehreren Diabaslagergängen besteht. Letztere hat ihre Fortsetzung gegen N unter dem Berauntale, ja sie tritt sogar noch am linken Flussufer gegenüber der Budňaner Brücke am südl. Fusse des Javorkaberges als Schiefer mit Kalkkonkretionen und Kalkbänken auf. Hier wurden diese Schichten von Jahn (3) eingehend beschrieben und als $e_1$ b bezeichnet. Auch Počta (4, S. 51) spricht von Graptolitenschiefern $e_1$ des Javorkaberges, welche im Hangenden in $e_2$ übergehen. Jahn führt an, dass auf dem Plešivec, also östl. vom Javorkaberge diese Zone $e_1$ wohl infolge eines Querbruches, der zwischen beiden Bergen verläuft, fehlt. Der Beraunfluss scheint mir auch bei Poučník in der Richtung dieser Bruchlinie nach SO umzubiegen. Es sind also östl. von diesem Bruche und westl. von der Vočkover

Verwerfung die Übergangsschichten $e_1$ wohl nicht vorhanden, sodass auch in dieser Beziehung die in unserem Gebiete östl. der Voćkover Verwerfung liegende Scholle ihren besonderen, von den benachbarten Schollen abweichenden geologischen Aufbau aufweist.

Längs kleinerer Querbrüche fanden in unserem Gebiete Blattverschiebungen statt. Man kann dieselben insbesondere in der Nähe der Diabasdecke verfolgen, die sich von Vlence gegen Osten hinzieht; ebenso an der Bahnstrecke zwischen der Station Litten und der Haltestelle Běleč. Auf die interessanten Lagerungsverhältnisse der Stufen $d_5$ und $e_1$ an der Littener Bahnstrecke wies bereits Počta (5) hin.

Am besten wird uns die Tektonik unseres Gebietes durch eine eingehende Beschreibung des Querprofils A—B (Fig. 4) klar. Dasselbe wurde von der Bahnstrecke über dem Běleč-bache westl. von H. Třebáň bis zur Voćkover Überschiebung in nordwestl., von hier nach Poučník in nord-nordwestl. Richtung geführt. Diese Abweichung wurde deshalb gewählt, damit unser Profil solche Stellen durchläuft, an welchen die Schichten am besten aufgeschlossen sind.

Von der Bahnstrecke an durchquert unser Profil zunächst Schiefer und Quarzite $d_5$; dieselben fallen nach NW ein. Weiter nach S, ausser dem Bereiche des Profils, scheint auch diese Zone normal gefaltet zu sein, denn am Abhange über dem Běleč̌bache fand ich an mehreren Stellen ein widersinniges Einfallen. Die Stufe $d_5$ wird von Graptolitenschiefern $e_1$ überlagert, in welchen ein mächtigerer Diabaskörper sich vorfindet; dieser ist insbesondere unten an der Bahnstrecke gut aufgeschlossen, wo er eine grössere Mächtigkeit besitzt, als oben über dem Abhange. Es ist wohl ein der Form nach lakkolitenähnlicher Lagergang. Im Hangenden dieser Diabasmasse sind stellenweise die Schiefer $e_1$ stark disloziert; in der Nähe des harten, weniger nachgiebigen, mächtigen Diabasganges waren die weichen Schiefer einer besonders starken Faltung unterworfen und wurden schliesslich in überkippte Isoklinalfalten gelegt. An der Grenze zwischen dieser Zone $e_1$ und der im Hangenden folgenden Zone $d_5$ ist an der Bahnstrecke ein Diabaslagergang aufgeschlossen, der wohl die

Fortsetzung des früher erwähnten Ganges bildet. Zwischen ihm und $d_5$ findet man oben an der Berglehne noch einen schmalen Schieferstreifen $e_1$.

In dessen Hangendem befindet sich nun in abnormaler Lagerung die mittlere Zone $d_5$ als überkippter Isoklinalfaltensattel. Man könnte vielleicht noch an eine Überschiebung von $d_5$ über $e_1$ denken, doch fand ich — wie bereits früher erwähnt wurde — in der Schlucht nördl. von Běleč eine ganz ungestörte, von keiner Bruchlinie begleitete Überlagerung der Schichten $e_1$ durch $d_5$. Im Hangendteile dieser Zone $d_5$ findet man einen wenig mächtigen Diabaslagergang vor.

Über der genannten Zone liegt zuerst ein schmaler Schieferstreifen $e_1$, hierauf folgt ein Diabaslagergang, welcher offenbar nur die Fortzetzung des isoklinal gefalteten Ganges bildet, der in ähnlicher stratigraphischer Lagerung weiter gegen SO vorgefunden wurde. Dann treten Graptolitenschiefer mit Diabaslagergängen auf; sie sind stark gefaltet, disloziert und bieten zwischen *km* 27·7 u. 27·8 (vergl. Prof., Fig. 2, S. 11) ein schönes tektonisches Bild. Wir beobachten hier zunächst eine Gruppe von steilen bis zickzackförmigen Falten, ja selbst ein schmälerer Diabaslagergang zwischen den Schichten $e_1$ wurde intensiv mitgefaltet, obwohl seine Falten nicht so steil wie in den Hangend- und Liegendschiefern $e_1$ sind (s. Fig. 3, S. 12). Weiter kann man in diesem Profile zwei Antiklinalen beobachten, die einem gefalteten Diabaslagergange angehören; im Kerne der grösseren Antiklinale findet man metamorphosierte Schiefer $e_1$. Dann folgen im Profile hinter einander drei kleinere Überschiebungen, längs welcher Schollen von Graptolitenschiefern mit Diabaslagergängen übereinander geschoben wurden. Der mächtigere Lagergang in der dritten Scholle bildet abermals die Fortsetzung des früher erwähnten isoklinal gefalteten Ganges. In seinem Hangenden findet man wiederum stellenweise Reste eines schmalen, kontaktmetamorphen Schieferstreifens $e_1$. Der Diabasgang selbst ist stark disloziert.

Nun kommt die grosse Überschiebung der nördl. Zone $d_5$ über $e_1$; in ihrer Nähe sind die Schiefer $d_5$ in steile Falten gelegt und die Schichtenköpfe längs der Überschiebungsfläche

abwärts gebogen. Weiter nördl., z. B. zwischen *km* 28·2 u. 28·3 kann man noch in dieser Zone, insbesondere an den Quarzitbänken zahlreiche Schichtenstörungen in Form von kleineren Verwerfungen und Überschiebungen (s. Fig. 1, S. 6) verfolgen. Auch LIPOLD (2, S. 26) veröffentlichte von diesen Stellen ein schematisches Profil.

Im Hangenden dieser nördl. Zone $d_5$ liegen normal Graptolitenschiefer und Diabase; letztere halte ich nach ihren Kontaktverhältnissen hauptsächlich für Lagergänge.

Es besteht also unser Gebiet zum grossen Teile aus Isoklinalfalten, die offenbar zur Zeit der grossen varistischen Faltungsperiode entstanden sind; ihr unterlagen vielfach auch die Diabaslagergänge. Der mächtigste von diesen liegt unweit der Grenze zwischen $d_5$ und $e_1$ und tritt infolge der Faltung wenigstens viermal zutage, wie früher erwähnt wurde. Im östl. Teile unseres Gebietes liegen also zwei Streifen $e_1$ zwischen untersilurischen Schichten $d_5$; sie wurden früher als Kolonien »Běleč«, »H. Třebáň« und ähnl. bezeichnet.

Es ist bekannt, dass die Mehrzahl der sogenannten Kolonien von Diabasen begleitet wird. Ich bin der Ansicht, dass eben diese Diabase vielfach die indirekte Hauptursache der tektonischen Bildungsweise der Kolonien sind: Die mächtigeren Diabaskörper lagen wie feste, harte Platten zwischen den weichen Schiefern $e_1$ und leisteten der Faltung oft bedeutenderen Widerstand als letztere, sodas es in ihrer Nähe zu Faltenzerreissungen, zur Entstehung von Überschiebungen und Verwerfungen kam, durch welche wir heute die sog. Kolonien erklären. In unserem Falle entstand in ähnlicher Weise die nördlichere der beiden Kolonien.

Im Laufe der Überschiebung der nördl. Zone $d_5$ über die jüngere Stufe $e_1$ kam es einerseits in den Schichten $d_5$ selbst zu komplizierten Detailfaltungen und zur Entstehung von kleineren Brüchen, andrerseits entstanden auch im Liegenden der Überschiebung in den Schiefern $e_1$ gleichzeitig kleinere Überschiebungen, in deren unmittelbarer Nähe man

hier wiederum Diabase vorfindet. Ausserdem sind die Schiefer $e_1$ und vielfach auch Diabaslagergänge gefaltet. Die intensivste Detailfaltung beobachtet man zu beiden Seiten in der Nähe der grossen Überschiebung, und sie scheint mit dieser in genetischer Verbindung zu stehen.

Die Vočkover Verwerfung ist jünger als diese Überschiebung, denn sie durchsetzt und verschiebt dieselbe. Weder die Überschiebung, nach die Verwerfung ist in unserem Gebiete morphologisch gekennzeichnet.

Es wird wohl am Platze sein, wenn wir die von uns ausgesprochenen Ansichten über die Tektonik unseres Gebietes, insbsondere der sogenannten Kolonien, mit den in der älteren Literatur verzeichneten Ansichten vergleichen. Bereits in den sechziger Jahren trat Krejčí (6) gegen die früher angeführte Barrandesche Lehre über die Entstehung der Kolonien auf, indem er dieselben durch Brüche erklärte. Zu dieser Anschauung haben ihn insbesondere auch die dislozierten Schichten $d_5$ und $e_1$ unseres Gebietes veranlasst. In seiner Geologie (7, S. 416) spricht er von »wildverworfenen Schichten $d_5$, $e_1$ und Diabasen, welche man an dem steilen Talgehänge des Beraunflusses zwischen H. Třebáň und Klučic sehen kann.« Er deutet auch auf die faunistische und petrographische Identität der sogenannten Kolonien mit der Stufe $e_1$ hin. Barrande's Verteidigungsschriften (8) veranlassten ihn später, von dieser seiner richtigen Ansicht über die tektonische Bildung der Kolonien abzulassen, sodass es weiter heisst: »Es steht fest, dass die Kolonien regelmässige Lager inmitten der Königshofer Zone bilden und dass sie sich in keiner Weise durch Verwerfung der Schichten erklären lassen.«

Unter den älteren Autoren schildert im ganzen am richtigsten die tektonischen und stratigraphischen Verhältnisse unseres Gebietes Lipold (2); auch das von ihm veröffentlichte Profil steht dem von uns hier beschriebenen (Fig. 4) am nächsten. Mit Recht führt er an, dass zwei Streifen der Schichten $d_5$ hier die Stufe $e_1$ in drei Zonen teilen, die gegen NO streichen; die mittlere und südliche von ihnen bilden Kolonien bei Běleč und Třebáň. Zwei grosse Falten und Überschie-

bungen der Schichten $d_5$ verursachen nach ihm das Auftreten der Kolonien $e_1$ in unserem Gebiete.

Dieses fällt auch in das geologische Aufnahmsgebiet der Karte, welche von Krejčí und Lipold in den Jahren 1859—60 (5) veröffentlicht wurde. Wenn wir letztere mit unserer geologischen Karte vergleichen, so werden wir so manche Abweichungen in der Verbreitung der einzelnen Zonen, in der Zahl der festgestellten Diabasgänge, der Verbreitung und Deutung jüngerer Ablagerungen, der Verzeichnung und Deutung der Tektonik u. s. w. erkennen.

Krejčí - Helmhacker (9, S. 49.) sprechen von Kolonien, welche sich nördl. von Vlence über den Vočkovberg hinziehen und am Abhange desselben am rechten Beraunufer aufgeschlossen sind. Sie führen hier 7 »Diabaslager«, 5 »Lager« $e_1$, Tonschiefer und Quarzite an. Eine andere Stelle bespricht eine Kolonie unterhalb von Klučic, die unter $e_1$ liegt und aus zwei Diabaslagern, Graptolitenschiefern und Schiefern $d_5$ besteht. Diese Schichten sollen unterhalb des Wehres bei der Klučicer Mühle über den Fluss streichen. Diese Ansichten können nicht gut mit den bei der Kartierung dieses Gebietes von mir festgestellten Verhältnissen in Einklang gebracht werden.

Krejčí-Feistmantel (10, S. 78) spricht von aufgewölbten Grauwacken und Schiefern $d_5$ auf dem Vočkovberge, die sich bis gegen Měňan verfolgen lassen. An anderer Stelle (S. 95) schreiben sie die antiklinale Aufwölbung der Schichten $d_5$ auf dem Vočkovberge dem Einflusse der Bruchlinie zu, welche vom Berge Ostrý hieher verläuft. Am südl. Rande dieser Antiklinale finden sich nach ihnen in die Zone $d_5$ eingekeilte Kolonien in Form eines Streifens, der durch die erwähnte Aufwölbung vom zusammenhängenden obersilurischen Terrain getrennt wird.

Katzer (11, S. 22) schreibt den Diabaseruptionen einen Einfluss auf die Entstehung der Kolonien zu, indem er sagt: »Der Einfluss der Grünsteineruptionen ist nicht auf Umwandlungen im inneren Gesteingefüge der durchbrochenen Schichten beschränkt, sondern sie bewirkten bedeutende Faltungen und Schichtenbrüche«. Nach demselben Autor (12, S. 917 u. 11, S. 22) entstand durch die erwähnte Eruption und seitlichen

Druck eine Einkeilung obersilurischer Gesteine $e_1$ in untersilurische Schichten $d_5$. Dadurch wurde die Grenze zwischen Ober- und Untersilur undeutlich, und man muss sie an die Basis der sogenannten Kolonien setzen. Zu dieser Ansicht bemerke ich, dass nach meinem Urteile die Diabaseruptionen keinen Einfluss auf die Entstehung der sogenannten Kolonien hatten, da ja letztere genetisch in tektonischer Beziehung jünger sind als die in ihrem Gebiete auftretenden Diabaseruptionen; es pflegen auch die Diabaslagergänge mit den sie umgebenden Schichten mitgefaltet und disloziert zu sein (s. Fig. 2. u. 3.). Die ursprüngliche Grenze zwischen $d_5$ und $e_1$ ist meiner Ansicht nach ziemlich deutlich erkennbar und tritt in unserem Gebiete einige Male zutage (s. Profil. Fig. 4), was man verschiedenen Dislokationen zuschreiben muss, in unserem Falle überkippten Isoklinalfalten und einer Überschiebung.

Počta (5, S. 25) macht auf das geologisch interessante Gebiet am rechten Beraunufer zwischen Karlstein und Řevnic aufmerksam und macht auch von den hier auftretenden Kolonien Erwähnung. Mit Recht führt er an, dass die neue Lokalbahn H. Třebáň-Lochovic hier eine Reihe lehrreicher Profile bietet.

Seemann (1) erwähnt den Streifen $d_5$, welcher sich über Měňan und den Vočkovberg (= unsere nördl. Zone $d_5$) hinzieht, und schreibt dessen Lagerung zwischen Schichten der Stufe $e_1$ einer einseitigen Hebung, auf dem Vočkovberge dann mehreren grösseren und kleineren Antiklinalen zu. Nach ihm entspricht hier die Grenze zwischen $d_5$ und den unter sie einfallenden Schiefern $e_1$ einer Bruchlinie (1, Taf. 10, Prof. 4). Richtig führt er an, dass die in der älteren Literatur verzeichnete Ansicht, als ob $d_5$ auf dem Vočkovberge eine einfache Antiklinale bilden würde, falsch ist. Seine diesbezügliche Erwägung möchte ich nur in der Hinsicht erweitern, dass die Lagerung dieses Streifens $d_5$ über $e_1$ in unserem Gebiete und offenbar auch weiter nach W einer Überschiebung zuzuschreiben ist.

Es reichen in unser Gebiet oder durchsetzen dasselbe

zahlreiche von verschiedenen Autoren veröffentliche Profile. Ich will sie im Folgenden mit dem von uns geführten Querprofile (s. Fig. 4) vergleichen. Am meisten ist unser Profil dem LIPOLD-schen (2, Taf. 1 b, Prof. P-Q) ähnlich. Es weicht von demselben hauptsächlich dadurch ab, dass ich den Bau insbesondere der südl. Zone $e_1$ und der mittleren Zone $d_5$ als isoklinal und die nördlichere Kolonie durch Faltenüberschiebung erkläre. Das in der Arbeit von KREJČÍ-HELMHACKER (9, Taf. 1, Fig. 4) veröffentlichte Profil ist schematisiert und legt die tatsächlichen Lagerungsverhältnisse nicht klar. KREJČÍ (7, S. 448, Prof. 218) führt in seiner Geologie ein Profil an, welches von Třebáň über den Vočkovberg auf den Střevíc verläuft. Zwischen Třebáň und dem Vočkovberge ist hier z. B. die südl. Zone $e_1$ überhaupt nicht verzeichnet, obwohl an anderer Stelle (S. 417) richtig der Kolonienzug $e_1$ mit Diabasen und vielfach gefaltete Schiefer $d_5$ südl. von Klučic oberhalb der Bahnstrecke erwähnt werden. Ein anderes von KREJČÍ publiziertes Profil (6, S. 223) fällt in die westl. Fortsetzung unseres Gebietes und führt vom Beraunflusse über Korno, Vlence, Litten auf die Babka. Die Fortsetzung unserer nördl. Zone $d_5$ gegen SW fasst hier der Autor als einfache, durch Denudation teilweise freigelegte Antiklinale auf, an deren Flügel sich Schiefer $e_1$ als Synklinalen anlehnen. Die Tektonik der nördl. Zone $d_5$ und der südl. Zone $e_1$ ist jedoch, wie wir früher gezeigt haben, bei weitem komplizierter. An anderer Stelle derselben Publikation (S. 259 u. 276) führt KREJČÍ allerdings an, dass die Schichten $d_5$ hier Sattel bilden, und dass im Streichen der Schichten Dislokationen entstanden sind, durch welche erstere verworfen und stark disloziert wurden.

KATZER vröffentlicht in seiner Geologie (12, S. 903, Fig. 278) ein Profil, welches vom Bělečtale in nördl. Richtung offenbar etwa gegen Klučic verläuft. Er führt selbst an, dass »das Profil zunächst nur die durch Beobachtung festgestellte Reihenfolge der Gesteine anzeigt«. Die nördl. Zone $d_5$ auf dem Vočkovberge hält er ebenso wie KREJČÍ irrig für eine einfache Antiklinale. Auf Seite 923—24 sagt er, dass der zwischen den Schichten $d_5$ eingekeilte Zug $e_1$ mit Diabasen am besten am Vočkovberge aufgeschlossen ist und hier aus 5 »Lagern« von Graptolitenschiefern und 7 »Diabaslagern« besteht. Da

sich in seinem Profile die Schichten $d_5$ wenigstens sechsmal, die Schichten $e_1$ etwa siebenmal wiederholen, steht dasselbe mit den von mir hier gemachten stratigraphischen und tektonischen Beobachtungen im Widerspruche.

Jahn's Profil (3, S. 417, Fig. 7) reicht teilweise in unser Gebiet und zwar vom Berauntale auf den nördl. Abhang des Vočkovberges; es stimmt im ganzen mit dem diesbezüglichen Teile unseres Profils bis auf die kleinere Anzahl der von ihm angeführten Diabasgänge überein.

---

## III. Tertiär, Diluvium.

Ich erachte es zum Verständnis der Ablagerungen, die ich für tertiär halte, für gut, zunächst die diluvialen Terassenablagerungen, soweit sie in unserem Gebiete vertreten sind, zu besprechen. Die diluvialen Terassen der Mies wurden in sorgfältigster Weise von Ritt. v. Purkyně (13) bearbeitet; ich übernehme auch seine Kartierung der Terassen zwischen der Station Karlstein und der südlich von ihr verlaufenden Strasse, für deren Mitteilung ich ihm zum Danke verbunden bin. Nach Purkyně erreicht die Oberterasse des Beraunflusses bei Krupná die absolute Höhe von über 284 *m*, was einer relativen Höhe von etwa 80 *m* über dem heutigen Wasserspiegel des Flusses entspricht. Nebst der Oberterase sind nördl. von Krupná noch zwei Unterterassen entwickelt, von welchen die tiefere eine absolute Höhe von ungefähr 229 *m* (also rel. H. etwa 15 *m*), die höhere 232 *m* abs. H. (also etwa 26 *m* relative Höhe) erreicht. Die Oberterasse zieht sich in grösserer Breite von Krupná einerseits nach O bis zu der auf den Vočkovberg verlaufenden Schlucht, andrerseits gegen W unter den Berg Střevíc hin. Oestl. von der genannten Schlucht finden wir Überreste der Oberterasse in Form eines schmalen Streifens am nördl. Abhange des Vočkovberges etwa zwischen den Höhenlinien 260—280 *m* vor. Südöstl. von Poučník, vom Wächterhause gegen Klučic sind westl. von der Bahnstrecke mächtige lösartige Gehängelehme und nach Purkyně auch

ein Rest der Mittelterasse aufgeschlossen. Weiter treten Diluvialterassen zwischen dem untersten Laufe des Běleč-baches und dem Beraunflusse auf. Purkyně unterscheidet hier die Oberterasse, welche einerseits unweit der Cote 284 etwa in abs. H. 275 *m*, also 71 *m* über dem heutigen Flussspiegel, andrerseits östl. der Höhenlinie 300 *m* auftritt. Weiter tiefer oberhalb der Bahnstrecke liegt die Unterterasse. Lössartige Gehängelehme sind schliesslich von der Bahnstrecke in ihrer Krümmung vor der Station H. Třebáň, bevor man zum mächtigen Diabaslagergang gelangt, durchschnitten. Obwohl unsere älteste diluviale Oberterasse des Beraunflusses, wie früher angeführt wurde, durchschnittlich hier nur eine abs. H. 285—290 *m* erreicht, treffen wir dennoch an vielen Stellen in der Höhe von 300—320 *m*, ja an einer Stelle sogar über der Höhenlinie 340 *m* Schotter und Sande an. Sie befinden sich also 90—110 *m*, resp. bis 130 *m* über dem heutigen Spiegel des Beraunflusses, während die diluviale Oberterasse denselben bloss etwa um 80 *m* überhöht. Ich halte die eben genannten Sande und Schotter für einen Überrest einer einst zusammenhängenden Tertiärdecke; ihre Verbreitung ist auf dem Deckblatte unserer Karte verzeichnet.

Daselbst sind Reste der Diluvialterrassen mit römischen Ziffern bezeichnet u. zw. die höchste und älteste Terasse mit Ziffer I, die tiefste und jüngste mit III; die mittlere Terrasse (II) fehlt in unseren Gebiete bis auf einen kleinen Überrest bei Klučic. Die am Orte ihrer Entstehung liegenden tertiären Süsswasserablagerungen sind hier durch gitterförmige Linien, ihre Verbreitung, soweit sie später sekundär in tiefere Lagen gebracht wurden, durch Punktierung eingezeichnet.

Am höchsten liegen die Reste der tertiären Schotterdecke in Form von weissen Quarzgeröllen auf dem Vočkovberge oberhalb der Höhenlinie 340 *m*; wir finden sie hier zu beiden Seiten des blinden Weges, welcher südöstl. von Cote

318 in östl. Richtung auf den Vočkovberg führt. Wir finden sie auch nördl. von hier in der Nähe des westl. Randes der langen auf den nördl. Abhang des Vočkovberges führenden Schlucht in einer Höhe von 310—320 *m*.

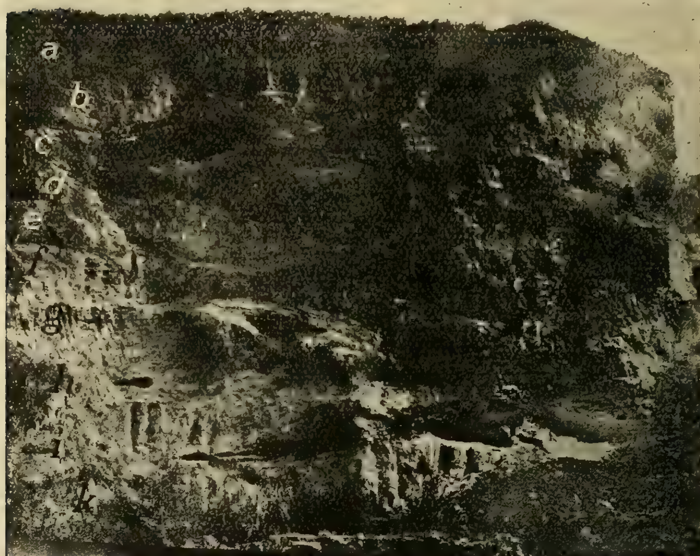



Fig. 5. Profil durch die Tertiärablagerungen in der Sandgrube bei Krupná.

Quarzschotter tritt ferner östl. und westl. der Littener Strasse, südl. vom Kreuze bei Krupná bis zur Cote 318 und von hier weiter zur Cote 304 auf. Dort, wo zwischen den beiden genannten Coten ein Weg nach Krupná abzweigt, ist ein schönes Profil durch die Tertiärablagerungen in einer Sandgrube aufgeschlossen (s. Fig. 5). Unter der Ackererde *(a)* liegt feiner Schotter (*b*), darunter gelber Sand mit feinem Schotter (*c*), weiter gelber Sand (*d*), hierauf wiederum feiner Schotter (*e*), unter diesem folgt gelber Sand mit Schottereinlagerungen (*f*), dann grauer und brauner feiner Sand (*g*), weiter feiner Schotter mit Sandbänken (*h*), schliesslich eine lichtgraue Tonschichte (*i*), und unter derselben abermals fei-

ner Sand ($k$). Deutlich ist in dem Profile eine Diagonalschichtung der Ablagerungen zu beobachten. Der Schotter besteht hier hauptsächlich aus weissen Quarzen, Kieselschiefern und verschiedenen präkambrischen Gesteinen. Vergeblich suchte ich insbesondere in der schmalen Tonschichte nach Versteinerungen.

Quarzschotter fand ich ferner südöstl. von Cote 318 auf dem Wege, der nach Bělec führt; auch oberhalb desselben am südl. Abhange des Vočkovberges sind in einer Grube in abs. H. 300—320 *m* Sande und Schotter aufgeschlossen. Unter der Ackererde (40 *cm*) liegt zunächst weisser und gelbbrauner Sand mit rötlichen, eisenreichen Lagen (1 *m*), darunter wenig abgerollter Schotter (20 *cm*), dann grober Sand mit kleinen Geröllen (1 *m*), hierauf weisser und gelber, überaus feiner Sand (1·20 *m*), der noch weiter in die Tiefe reicht. Nördl. von Bělec etwa in 300 *m* Höhe liegen Sande und graue, sandige Tone am Austritt der Schluchten, welche von hier auf den Vočkovberg führen. Weiter östl. beobachten wir überall auf den Feldern zu beiden Seiten des Weges, welcher von Bělec nach O zur Cote 284 führt, Quarzgerölle. Sie reichen hier bis zur Höhenlinie 320 *m*, und bloss stellenweise tritt das silurische Grundgebirge an die Oberfläche.

Kehren wir nun abermals nach W zur Littener Hauptstrasse zurück. Von Cote 304 bis vor Vlence kann man insbesondere östl. vom Wege verstreuten Quarzschotter, stellenweise jedoch auch grössere Blöcke eines eisenschüssigen Konglomerates, welche früher gewöhnlich für Überreste von zerfallenen Perutzer Kreideschichten gehalten wurden, beobachten. Südl. von Cote 311 führt ein Feldweg nach O; südl. desselben findet man tiefe Gruben, die auch auf der topographischen Karte 1 : 25.000 eingetragen sind. Offenbar wurde hier früher Sand gewonnen, der hier in einer Höhe von 300—310 *m*, stellenweise auch tiefer zwischen 300—290 *m* liegt. Spärliche Schotterreste kann man auch ober- und unterhalb der Höhenlinie 300 *m* ostnordöstl. von Litten beobachten. Ja stellenweise scheint der Schotter sogar bis unter die Höhenlinie 290 *m* zu reichen, so z. B. nordöstl. von Vlence, östl. von Bělec u. s. w.

Oefters liegen noch in geringerer Höhe Schotter auf den Feldern bei Běleč; so findet man östl. von diesem Orte über dem Ufergehänge des Bělečbaches ganze Schotterfelder, die von weitem durch die weisse Farbe ihrer Quarzgerölle deren Menge gegen Běleč zunimmt, kenntlich sind. Diese und manche in noch tieferen Lagen liegenden Schotter halte ich für umgelagerte Reste der Tertiärdecke. Letzterer gehören wohl auch die grossen Konglomeratblöcke, welche Quarzgeschiebe von der Grösse bis zum Kindskopfe einschliessen, an; ich fand sie nebst Gehängelehmen und -schottern in der östl. der beiden vom Bělečbache östl. von Běleč gegen NNW führenden Schlucht.

## Die Zuflüsse des Beraunflusses im südlichen Teile unseres Gebietes zur Diluvialzeit.

Wenn wir die Wasserläufe im südl. Teile unseres Gebietes insbesondere bei Běleč, wo aus drei Zuflüssen der Bělečbach entsteht, verfolgen, finden wir wohl auf den ersten

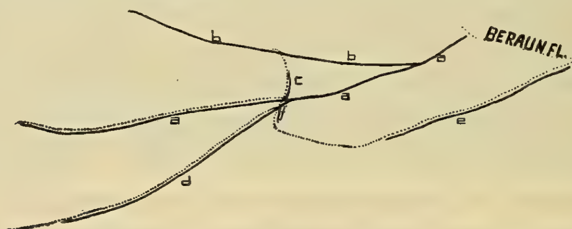



Fig. 6. Die Zuflüsse der Beraun im südl. Teile unseres Gebietes zur Diluvialzeit (punktiert der heutige Verlauf des Bělečbaches).

Blick, dass die heutigen Verhältnisse hier sekundär entstanden sind. Ursprünglich, wohl zur Zeit der Oberterasse des Beraunflusses, verlief wahrscheinlich der Stříbrný potůček (s. Fig. 6.) über Běleč weiter nach O *(a)* und mündete irgendwo in der Nähe der Höhenlinien 300 *m* in den altdiluvialen Beraunfluss (s. Deckblatt unserer Karte). Am rechten Ufer empfing er von NW den Zufluss *b* und von N den kleineren Zufluss *c*. An seinem rechten Ufer mündete bei Běleč der Zufluss *d*. Zur selben Zeit mündete in den Beraunfluss südl. vom Wasserlaufe *a* der Bach *e*, welcher dem Unterlaufe des heutigen Bělečbaches entspricht.

Durch den kleinen Zufluss *c* wurde infolge seiner rückwärts schreitenden Erosion der Oberlauf des Baches *b* angezapft und zum Wasserlaufe *a* abgelenkt. Der Bach *e* bemächtigte sich dann durch Rückerosion entweder direkt oder mit Hilfe eines kleineren Zuflusses *f* der Wasserläufe *a, b, d*; er konnte hierauf natürlich sein Bett in bedeutender Weisse vertiefen. So stelle ich mir beiläufig die Entstehung des heutigen sicherlich sekundären Systemes des Bělečbaches und seiner Zuflüsse vor.

Die konsequenten Wasserläufe *a, b, d, e* sind epigenetisch auf der Tertiärdecke angelegt. Durch sie wurden die Ablagerungen derselben auch öfters in tiefere Lagen gebracht, wie wir es insbesondere längs der Bachufer beobachten können (vergl. das Deckblatt unserer Karte mit der Fig. 6).

Ein Teil der Ablagerungen, die ich für tertiär halte, ist auf der geologischen Karte von Krejčí-Lipold (2) als »diluvialer Schotter« eingetragen, so z. B. östl. von Krupná und nordöstl. von Vlence. Auf der geologischen Karte von Krejčí-Helmhacker (9) sind westl. von Běleč »zerfallene Perutzer Sandsteine« verzeichnet, die offenbar einem Teile unserer tertiären Ablagerungen entsprechen.

In den letzten Jahren wurden die diluvialen Terassenablagerungen insbesondere an der Elbe, Mies und teilweise auch an der Moldau hauptsächlich von Hibsch, Purkyně, Engelmann, Sokol und Kettner wissenschaftlich durchforscht. Hiebei wurde erkannt, dass in Mittelböhmen in bedeutender Höhe über der diluvialen Oberterrasse Schotter, Sande und Tone liegen, die als tertiär betrachtet werden müssen. Hieher gehören z. B. die Slivenetzer Schotter, welche Engelmann (14) für kretazisch oder vorkretazisch, Schneider (15) für ein Aequivalent der diluvialen Oberterasse hielt. Diese Ansichten wurden bereits von Purkyně (13), Kettner (16) und Daneš (17) berichtigt. Tertiären Alters dürften auch die auf der Seemannschen Karte (1) zwischen Tobolka und der Höhe 390 verzeichneten »diluvialen Schotter« sein, ferner die Quarzschotter und eisenhaltigen Konglomerate, welche von Purkyně (13) zwischen dem Berge Střevíc und

der Höhe 390 *m* westl. von unserem Gebiete aufgefunden wurden. Nach demselben Autor sind die Sande und Tone auf der Sulava (350 *m*) bei Černošic tertiären Alters, denn sie liegen in rel. H. von über 70 *m* über der Oberterasse. Ritt. v. Purkyně vergleicht sie mit den Schottern und Tonen bei Sloup und Klinec, welche nach Kettner (16) sicher tertiär sind. Derselbe hält die Schotter im Bereiche des Blattes Königsaal-Beneschau oberhalb der Höhenlinie 300 *m* bis zu einer Höhe von 360 *m* für tertiär. Es gelang ihm, hier eine Flora aufzufinden, die von einem wahrscheinlich miozänen Alter der Ablagerung zeugt. In einer andern Studie hält Kettner (18) die Schotter, welche er am rechten Moldauufer bei Zavist und Königsaal in rel. H. 100—120 *m* über dem Flusse vorfand, für eventuell pliozän, denn sie liegen tiefer als die miozänen Ablagerungen bei Klinec, aber bedeutend höher als die Oberterrasse der Moldau dasselbst. Daneš (17) befasst sich in seiner inhaltsreichen übersichtlichen Studie über die Morphologie von Mittelböhmen, unter anderen auch mit der Frage der Entstehung der mittelböhmischen tertiären Fastebene; er ist der Ansicht, dass die miozänen Sedimente bei Sloup und auf der Sulava von einem Flusse, welcher sich in der Fastebene ein breites, seichtes Tal erodiert hat, abgelagert worden sind. In einer interessanten Abhandlung über die Verbreitung der oligozänen Sedimente in Böhmen und über die präoligozäne Oberfläche von Böhmen weist Hibsch (19) darauf hin, dass die oligozänen Ablagerungen in Süsswasserseen auf der welligen präoligozänen Oberfläche, welche im Obersenon und Eozän entstanden ist, abgelagert wurden. Über das miozäne Alter der von Kettner aufgefundenen Ablagerung bei Klinec spricht er sich nicht aus.

Zu den Schottern, Sanden und Tonen, welche nach den oben genannten Autoren in bedeutend grösserer Höhe liegen als die alte diluviale Oberterasse, tritt also in unserem Gebiete ein neuer Fund von ähnlichen, in abs. Höhe 300—350 *m* liegenden Ablagerungen hinzu. Ich kann zwar infolge der verhältnismässig geringen Ausdehnung unseres Gebietes, in welcher ich dieselben verfolgen konnte, und wegen Mangels an Fossilienfunden nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die genannten Ablagerungen oligozänen Alters sind, oder ob sie eher

genetisch mit den wahrscheinlich miozänen Sedimenten bei Klinec und auf der Sulava in Verbindung stehen, oder ob sie schliesslich gemäss ihrer verhältnismässig geringerer Höhenlage nicht etwa ein pliozänes Stadium des Beraunflusses vorstellen. Ich möchte mich am ehesten für diese letzte Ansicht aussprechen. Genaue Kartierungen und etwaige glückliche Fossilienfunde in der weiteren Umgebung werden wohl über diese Frage Aufklärung geben. Jedenfalls bin ich der Ansicht, dass unsere Ablagerungen in die Gruppe der Sedimente gehören, welche bereits an verschiedenen andern Orten Mittelböhmens beobachtet und für tertiär erklärt und bestimmt wurden.

---

Herrn Cyr. Ritt. v. Purkyně, o. Prof. d. Miner. u. Geol. an der böhm. techn. Hochschule in Prag, bin ich für manche Ratschläge betreffs der jungen Ablagerungen unseres Gebietes zum Danke verpflichtet. Ich verdanke es weiters seiner sowie H. Dr. F. Počta's, o. Prof. der Geologie und Paläontologie an der böhm. Universität in Prag, Freundlichkeit, dass ich die wissenschaftlichen Bibliotheken der von ihnen geleiteten Institute frei benützen konnte.

## Resumé.

1. Das in der vorliegenden Arbeit beschriebene Gebiet wurde von uns geologisch im Maßstabe 1:25.000 kartiert. Es treten daselbst untersilurische Schiefer und Quarzite $d_5$, obersilurische Schiefer $e_1$, mit Diabasen, tertiäre Süsswasserbildungen, diluviale Terassen- und Gehängeablagerungen auf.

2. Ich konnte dreierlei Bruchlinien feststellen. Längs der Vočkover Überschiebungslinie wurden die älteren Schichten $d_5$ über die jüngeren Schiefer $e_1$ überschoben. Längs der Vočkover Verwerfung sank die westl. Scholle in die Tiefe. Kleinere Querbrüche verursachten Blattverschiebungen.

3. Der tektonische Aufbau unseres Gebietes ist im Großen isoklinal. Zweimal finden wir im östl. Teile eine Überla-

gerung der Schichten $e_1$ durch die ältere Bande $d_5$ (Barrande's Kolonien). Einmal wird dies durch Überkippung der Isoklinalfalten, das anderemal durch eine Faltenüberschiebung bewirkt.

4. Die mittlere Zone $d_5$ tritt nur östl. von der Vočkover Verwerfung zu Tage; in der abgesunkenen westl. Scholle ist sie offenbar von den daselbst noch nicht denudierten Hangendschiefern $e_1$ bedeckt.

5. Der varistischen Hauptfaltung unterlagen auch die Diabase. Ihre Eruption steht in keiner direkten Beziehung zur Faltung und Dislozierung der Schichten, wie von älteren Autoren angegeben wird. Die Diabaslagergänge und -decken liegen als harte, weniger nachgiebige Bänke zwischen den weichen Schiefern $e_1$. Sie leisteten gewiss der Faltung stellenweise größeren Widerstand, so dass es in ihrer Nähe in den weichen Schiefern zu Zerreißungen, zur Entstehung von Verwerfungen und Überschiebungen kam. In der Tat sind Barrande's Kolonien, die in solcher tektonischer Weise zu erklären sind, sehr häufig von Diabasmassen begleitet. In ähnlicher Weise (Faltenüberschiebung) entstand z. B. unsere nördliche »Kolonie« und sicherlich viele anderen »Kolonien« unseres Silurgebietes.

6. In der Nähe der großen Faltenüberschiebung ist die Detailfaltung und Schichtenstörung in $d_5$ und $e_1$ am stärksten.

7. In abs. Höhe 300—350 *m*, also 13—60 *m* höher als die altdiluviale Oberterasse des Beraunflusses, findet man öfters Sande und Schotter, die ich für tertiär halte. Sie wurden früher wohl unrichtig als zerfallene Perutzer Kreideschichten oder als diluvial angesprochen.

8. Im südl. Teile unseres Gebietes kam es zur Diluvialzeit zweimal zu einer Anzapfung der Wasserläufe, wodurch dieselben vielfach aus ihrem ursprünglichen Verlaufe abgelenkt wurden. So entstand das sekundäre System des heutigen Bělečbaches.

9. Die Bäche sind epigenetisch auf der Tertiärdecke angelegt.

*Miner-geolog. Institut der böhm. techn. Hochschule in Prag.*

**Literaturverzeichniss.**

1. F. Seemann, Das mittelböhm. Obersilur- u. Devongebiet südw. der Beraun. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österr.-Ungarns. Bd. XX. 1907. S. 69.
2. M. V. Lipold, Über H. J. Barrande's »Colonien« i. d. Silurform. Böhmens. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien, 1861, S. 1.
3. J. J. Jahn, Beitr. z. Stratigraphie u. Tektonik d. mittelböhm. Silurform. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien, 1892, S. 397.
Derselbe: Geol. Exkursionen i. älteren Paläozoikum Mittelböhm. Internat. Geologen-Kongress. Wien. 1903.
4. F. Počta, Geol. výlety po okolí pražském (Geol. Ausflüge i. d. Umgeb. v. Prag). 1897.
5. Derselbe: Geol. Karte v. Böhmen. Sekt. V. Weitere Umgebung von Prag. Arch. f. d. naturw. Landesdurchforsch. Böhm. 1902-3. Bd. XII.
6. J. Krejčí, Bericht üb. die im J. 1859 ausgef. geol. Aufn. bei Prag u. Beraun. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien, 1861-2, S. 207.
7. Derselbe: Geologie. Prag. 1877.
8. J. Barrande, Défense des Colonies. 1861-70.
9. J. Krejčí—R. Helmhacker, Erläuter. z. geol. Karte d. Umgeb. v. Prag. Archiv d. naturw. Landesdurchf. v. Böhm. IV. Bd. Nro. 2. 1879.
10. J. Krejčí—R. Feistmantel, Orogr.-geokton. Übersicht. d. silur. Gebiet. i. mittl. Böhmen. Archiv. f. naturw. Landesdurchf. v. Böhm. V. Bd. 5. Abteil. 1885.
11. F. Katzer, Das ältere Paläozoicum Mittelböhmens. Prag. 1888.
12. Derselbe: Geologie v. Böhmen. Prag. 1902.
13. Cyr. Ritt. v. Purkyně, Terasy Mže a Vltavy etc. (Die Terassen der Mies u. Moldau zwischen Touškov bei Pilsen u. Prag. Zeitschr. d. böhm. geogr. Gesellsch.). 1912.
Derselbe: Plistozän bei Pilsen. Bullet. de l'Acad. de scienc. de Boh. 1904.
Derselbe: Stratigrafie a morfol. středoč. diluvia. (Stratigraphie u. Morphologie d. mittelböhm. Diluviums). IV. Versamml. d. böhm. Naturf. u. Ärzte. Prag 1908.
14. R. Engelmann, Die Terassen der Moldau-Elbe zw. Prag u. d. böhm. Mittelgeb. Geogr. Jahresber. aus Österr. Bd. IX. 1911.
15. K. Schneider, Z. Orographie u. Morphol. Böhmens. Prag. 1908.
16. R. Kettner, Die tertiären Schotter- u. Tonablag. bei Sloup u. Klinec i. Mittelböhm. Sitzber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1911.
17. J. V. Daneš, Morfol. vývoj střed. Čech. (Die morphol. Entwickel. Mittelböhm.). Zeitschr. d. böhm. geogr. Gesellsch. 1913. H. 1—3.

18. R. Kettner, O terasách vltavsk. mezi Svatoj. proudy a Zbra
(Über die Moldauterassen zwischen den Sct. Joh.-Strom
schnellen u. Königsaal.) Ztschr. d. böhm. geogr. Gesellsc
1913.
19. J. E. Hibsch, Die Verbreitung d. oligoz. Ablager. u. die vor
ligoz. Landoberfl. i. Böhmen. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wi
sensch. Wien. April 1913.

---

## Inhalt.



---

DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE
ZWISCHEN LITTEN-HINTER TŘEBÁŇ UND POUČNIK BEI

DECKBLATT:
TERTIÄRE SANDE SCHOTTER
TERTIÄRE SANDE SCHOTTER [UMGELAGERT]
I. DILUV. OBERTERRASSE
II. DILUV. MITTELTERRASSE
III. DILUV. UNTERTE
a. ALLUVIUM

KARLSTEIN
ST. III.
POUČNIK
KLUČIC
KRUPNA
BERAUNFLUSS
TŘEBÁŇ
H. BĚLEČ
ST.

$d_5$ UNTER SILUR $E_1$ OBER
DIABAS
ÜBERSCHIEBUNG
QUERBRUCHLINIEN
MASSSTAB = 1:33




S.B. Königl. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag, 1914.
Nro 10.

XI.

# Über die Stinkdrüsen und Speicheldrüsen der Chrysopen.

Von

Dr. **Karel Šulc,**

Michalkowitz bei Mährisch Ostrau.

Mit 27 Abbildungen im Text.

## Inhalt.



## I. Einführung.

Vorliegende Untersuchungen über die Anatomie und Histologie der Stinkdrüsen und Speicheldrüsen der Chrysopen wurden vom Verfasser im Sommer 1908 vorgenommen; in demselben Jahre hielt er über diesen Gegenstand einen Vor-

trag bei der IV Versammlung der böhmischen Naturforscher und Ärzte in Prag, wie in dem Nachrichtsblatte (»Věstník«) derselben Versammlung notiert ist; diese kurze, böhmisch verfasste Notiz ist auch in demselben Jahre in deutschen Übersetzung von CAMILLO SCHAUFUSS in: Entomologisches Wochenblatt 1908, Leipzig, 25 Jgg. Nro. 46, 49, erschienen: »*Chrysopa* besitzt an der Basis des Prothorax beiderseits ein Bläschen, beide entleeren ein stinkendes, klares Sekret einer in der Mitte der Thorax-Pleura gelegenen Drüse«; dieses kurze Referat ist allerdings nicht ganz richtig gehalten, immerhin gibt es aber den Sachverhalt an, nämlich Feststellung einer Stinkdrüse im Prothorax der Stinkfliege (*Chrysopa*), die bisher vollständig unbekannt war, wie wir in den grossen Entomologischen Handbüchern von KOLBE, HENNEGUY, SHARP, PACKARD, BERLESE ersehen können;*) unterdessen ist 1909 von J. MC. DUNNOUGH eine Arbeit »Über den Bau des Darms und seiner Anhänge von *Chrysopa perla L.*« erschienen, in der wir auch eine versteckte, einseitige Beschreibung der von mir ein Jahr früher entdeckten Stinkdrüse finden.

Wenn ich dennoch jetzt erst — bisher durch meine Berufspflichten verhindert — auch nach der Publikation der DUNNOUGH-schen Arbeit meine weiter ausgearbeitete Arbeit der Öffentlichkeit übergebe, so geschieht das aus dem Grunde, dass ich ziemlich viel den Untersuchungen von DUNNOUGH sowohl im anatomisch-histologischen, wie auch im theoretischen Sinne hinzufügen zu können glaube. Meine Hauptuntersuchungen bezogen sich hauptsächlich auf die prothorakalen Stinkdrüsen; wie jedoch DUNNOUGH in seiner Arbeit über den Bau des Darms und seiner Anhänge auch die zu diesem Systeme und Thema nicht gehörenden Stinkdrüsen besprochen hat, so füge ich meinem Hauptthema über die Stinkdrüsen meine Befunde über Speicheldrüsen (Mandibulardrüsen und II-Maxillendrüsen) hinzu, die ich als den Stinkdrüsen homologe Segmentaldrüsen (Abkömmlinge der Kruraldrüsen) betrachte.

---

*) PACKARD schreibt ausdrücklich pg. 375: »Other malodorous insects have not yet been investigated; such are the very persistent odors of lace-winged flies *(Chrysopa)*.

## II. Untersuchungsmaterial und Methoden.

Ich habe meine Untersuchungen an *Chrysopa perla L.* vorgenommen; das Material fand ich reichlich von Mai bis September auf den mit *Aphiden* besetzten Brennesseln, Hollunder und vorwiegend auf verschiedenen Rubus-Arten am Waldrande und jungem Gestrüppe. Ich habe die Insekten lebend nach Hause gebracht und hier sofort konserviert, indem ich sie über der Konservationsflüssigkeit im Mesothorax mit der Schere entzwei geschnitten habe und in diese herabfallen liess. Zur Konservierung habe ich CARNOY-Gemisch und FRENZL's Alkohol-Sublimat-Salpetersäure nach den überall angegebenen Mischungsverhältnissen angewendet. Am besten war ich mit FRENZEL zufrieden; gefärbt habe ich vorwiegend mit E-H nach HEIDENHAIN und Eosin. Es wurde im Chloro-phorm-Parafin eingegossen und mit ROCKING geschnitten; Serien gedeihen sehr gut, da die Tiere sehr weich sind. — Ich habe auch *Chrysopa vulgaris* SCHNEIDER und *Chrysopa septempunctata* WESM studiert; bei beiden habe ich im ganzen dieselben anatomischen Verhältnisse gefunden; *Chrysopa vulgaris* stinkt jedoch nicht für den menschlichen Geruchsinn, *Chr. septempunctata* WESM. ist dafür ein ausgezeichneter Stinker; alle meine anatomischen und histologischen Angaben und Abbildungen, wo nicht besonders hervorgehoben ist, beziehen sich auf *Chrysopa perla L.* Imago. — Die Arten habe ich nach M. ROSTOCK bestimmt. — Ich bedauere lebhaft, dass ich auch andere Neuropterengenera namentlich *Myrmeleon* auf das Vorhandensein der Stinkdrüsen bisher nicht untersuchen konnte; dieser soll auch für den Menschen merklich stinken, was über *Goniopteryx, Hemerobius, Drepanopteryx, Osmylus* u. *Sisyra*, soweit mir persönlich bekannt — nicht gesagt werden kann.

## III. Über die Stinkdrüsen.

### 1. Beobachtungen am lebenden Tiere.

Schon der deutsche und englische Name der *Chrysopen* »Stinkfliege, Stink-fly« weist auf die Eigenschaft der in Rede stehenden Tiere hin, dass sie einen unangenehmen, wiederlichen Geruch von sich abgeben; diese Eigenschaft tritt

erst dann zum Vorschein, wenn das Tier gereizt, z. B. vom Menschen mit den Fingern an den Flügeln gefasst wird, sonst ist in der Ruhe das Tier vollständig geruchlos und man würde dem zarten Wesen nicht einmal zumuten, dass es eine äusserst penetrante Atmosphaere um sich zu verbreiten imstande wäre.

Eine ruhige *Chrysope perla* sitzt, den Kopf nach vorn und etwas nach unten gestreckt, die Fühler nach vorn gespreizt und tastend bewegend; beunruhigt fliegt das Insekt auf in langsamerem Fluge und setzt sich nach einer kurzen

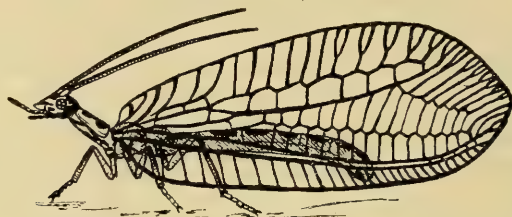


Abb. 1. *Chrysopa perla L.* in der Wehrstellung bei einer Stinkcharge.

Strecke wieder nieder, ohne sich zu decken; selbstverständlich ist es wie alle Insekten an heissen, sonnigen Tagen mehr rührig, an kälteren und schattigen mehr behaglich; immerhin aber zeigt es sich, dass das Tier in der Schnelligkeit und in dem Fluge seine Rettung zu suchen nicht gewöhnt ist und nicht zu suchen braucht, dass es sich lediglich anderer Schutzmittel bedient, die, wie oben erwähnt, in Abgabe eines penetranten Geruches bestehen.

Dieser Geruch kommt schon zum Vorschein, — wie oben angegeben —, wenn wir das sitzende Tier an den Flügeln fassen;*) allsogleich stinkt es auf ziemlich weite Entfernung etwa wie nach Knoblauch (Allyl) und Mäusen, aber bedeutend widriger; der Geruch übergeht auf die Finger und verschwindet erst nach 2—3 Minuten; wenn wir nach der Quelle dieser Erscheinung suchen, so fällt es erstens auf, dass vor

---

*) Bemerkung. SCHNEIDER schreibt 1851: »Chrysopa perla iis speciebus adnumeranda, quae, quum tangentur, foetorem excitant, — hac proprietate maxime excellet.«

der Abgabe der Stinkcharge das gefasste Tier den Vorderteil des Prothorax samt dem Kopfe stark in die Höhe hebt und dabei die Fühler nach hinten neigt (Abb. 1.); wenn wir nun noch vor der Abgabe des Geruches das Tier schnell mit der vorbereiteten Schere im Thorax entzwei schneiden, so stinkt das Abdomen gar nicht und der üble Geruch bleibt auf die Vorderhälfte beschränkt; der unter denselben Bedingungen allein abgeschnittene Kopf ist auch geruchlos; wenn wir jetzt ein neues unverletztes Tier beobachten, sehen wir — auch nach einigen Wiederholungen des Versuches — dass das an den Flügeln gefasste und sich wehrende Tier auf dem Prothorax und zwar seitlich gleich unter dem Schilde eine klare Flüssigkeit abgibt, die auf der ganzen Vorderbrust, dem Kopfe und später auch auf den Flügeln zerfliesst, um das sich wehrende Tier widrig und unschmackhaft zu machen; die Flüssigkeit ist wasserklar, wird nich ausgespritzt, sondern nur vergossen, sie verdunstet nach der kurzen Zeit von 2—3 Minuten ohne Spur und wird von dem Tiere nicht abgewischt; sie wird auch 2—4mal hintereinander bei wiederholtem Reizen abgegeben, stets aber in geringerer und geringerer Menge.

Dunnough verlegt einfach das Stinkvermögen in die Prothorakaldrüse, die er auf den Schnitten gefunden hat; das wäre ohne Experimente nur eine Vermutung; indem nun der vor der Stinkcharge abgetragene Kopf und Abdomen nicht stinken und das Ausgiessen der Flüssigkeit vom Prothorax von mir direkt beobachtet wurde, ist die Tätigkeit der Prothorakal-Drüse als stinkender Abwehrdrüse festgestellt.

Wenn wir bei kleiner Vergrösserung nach der Öffnung, — aus der die stinkende Flüssigkeit auf dem Prothorax ausfliesst, suchen, so sind wir enttäuscht, indem wir keine deutliche Ausgangsstelle in den vielen Falten des weichen Chitins finden; wir müssen zu Schnittserien und zu den in KOH ausgekochten Individuen Zuflucht nehmen, um das Rätsel zu lösen. — Behufs unserer Untersuchungen wollen wir erst die äussere Beschaffenheit der Vorderbrust besprechen.

## 2. Morphologisches über Prothorax, äussere Beschaffenheit und Chitinskelet.

Der Prothorax von *Chrysopa perla* ist eher etwas breiter als lang; oben besteht er aus einem an den Ecken abgerundeten, rechteckigen Schilde, dessen Seiten etwas herabhängen; auf dem Schilde nehmen wir vier Makeln wahr, zwei vorn in der Nähe des Vorderrandes, zwei etwas weiter nach hinten, etwa in der Mitte, beiderseits von der Mittellinie etwas entfernt, verschiedenartig gross, unregelmässig begrenzt, grob genommen, elliptisch oder auch dreieckförmig, mit verschiedenartig eingekrümmter, wie ausgenagter Peripherie; die Makeln pflegen getrennt zu sein, es können aber die gleichseitig gelegenen konfluieren; wir werden als Benennung: die vorderen und die hinteren Makeln benützen. An der Unterseite sind die Pleuren von dem Sternum nicht scharf abgesetzt, die ganze Unterseite ist ausgebogen; Sternalschilder sind repräsentiert vorn durch zwei kleine (ein paariges), makelförmige praesterna (sensu Packard, sternula s. Berlese) in der hinteren Hälfte durch ein unpaares etwa deltoidförmiges Sternum, an das sich an der hinteren Segmentgrenze Antefurca (Packard) anschliesst; Praesterna, Sternum und Antefurca sind schwärzlich gefärbt. —

Die Pleuren sind durch zwei schmale, stark schwarze Spangen repräsentiert; die vordere *Episternalspange* ist vorn leicht S-förmig gekrümmt, oben hinten abgerundet, und geht von dem Hinterhauptloche unten schräg nach oben und hinten, ihr Ende liegt etwa unter dem Zwischenraume von der vorderen und hinteren Proskutummakel; etwa in der Mitte der Länge ist sie nach innen flügelartig erweitert; dieser Fortsatz dient als Muskelansatz. — Die hintere *Epimeralspange* ist gerade, an beiden Enden zwieselartig gespalten und zieht schräg von oben vorn, wo ihre Zwiesel das hintere, obere Ende von der Episternalspange umgreift, nach hinten unten, wo sie über der Vorderfusskoxe endigt. — Von dem oberen, hinteren Episternalspangenende und von dem unteren Arme der oberen, vorderen Episternalspangezwiesel geht nach unten je eine Falte, die bald zusammenfliessen und eine V-artige, seichte Vertiefung begrenzen; oben in dem Eingang

des V befindet sich eine spaltförmige Öffnung, (länger in senkrechter Richtung), die uns die Ausmündung der prothorakalen Stinkdrüse darstellt.

An den Schnitten sehen wir, dass die Chitinschicht des Prothorax überall sehr dünn ist, nur die zwei Spangen sind solider chitinisiert. —

Die geschilderten Verhältnisse treten erst dann klar auf, wenn wir die in KOH in toto ausgekochten Körper der Tiere (ohne Flügel) im Wasser, oder in sehr verdünntem Glyzerin auf dem Uhrschälchen unbedeckt untersuchen; auf den mit Deckgläschen bedeckten und in Glyzerin (etc.) mon-

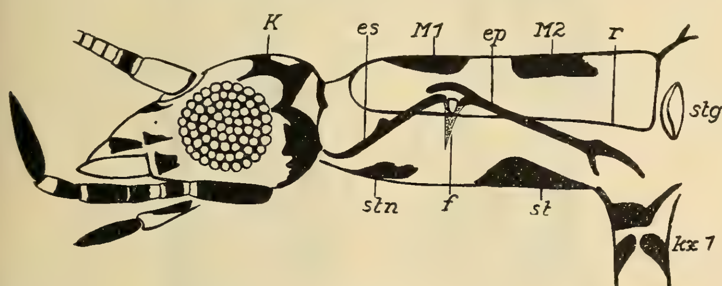



Abb. 1a. Kopf und Prothorax einer *Chrysopa perla L.* Chitinskelet nach einem in KOH ausgekochten Individuum: *es* Episternalspange, *ep* Epimeralspange, *f* V-förmige, von den Enden der Episternal- und Epimeralspange ausgehende Hautfalte, in welcher sich oben die Ausmündung der Stinkdrüse befindet, *K* Kopf, *kx 1* Koxe des Vorderfuses, *M 1* vordere Makel, *M 2* hintere Makel des Rückenschildes, *r*, Rand des Rückenschildes, *stg* Stigma, *st* Sternum, *stn* Sternulum.

tierten Präparaten treten grosse Verschiebungen und Brüche der Spangen auf, auf den Tieren im frischen Zustande sind wiederum die weichen, grünen Chitinpartien vorgewölbt, wodurch die Spangen verdeckt werden und dann nicht deutlich genug hervortreten; nebstdem ist von Haus aus der Seitenrand des prothorakalen Rückenschildes ziemlich nach unten überhängend, wodurch wieder die oberen Enden beider Spangen und die von ihnen ausgehenden Falten mit der schlitzartigen Drüsenöffnung bedeckt werden. — Auf den trockenen Tieren treten wiederum bedeutende Schrumpfungen der gan-

zen Oberfläche hervor. Durch dies alles dürfte die richtige Beobachtung unter Umständen bedeutend erschwert werden.

## 3. Anatomie der Stinkdrüse.

Wir werden nun die Drüse, ihre anatomische Lage an anatomischen Präparaten, ihre histologische Zusammensetzung und ihren Muskelapparat an den Schnittserien untersuchen, um zum Schlusse auf Grund der gewonnenen Er-

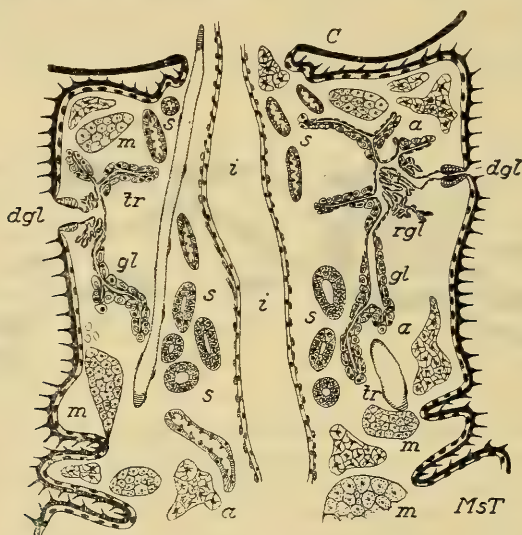



Abb. 2. Horizontaler Schnitt durch den Prothorax in der Höhe des Ausführungsganges der Stinkdrüse, *dgl* Ausführungsgang der Stinkdrüse, *rgl* einfache, drüsenlose Reservoirwand, *gl* drüsige Partien des Drüsenbeutels, *a* Fettgewebe, *i* tractus intestinalis, *m* Muskeln, *s* Speicheldrüsen, *tr* Tracheen, *C*, Kopf, *MsT* Mesothorax.

gebnisse den ganzen Mechanismus der Abgabe der Gestankflüssigkeit ungezwungen erklären zu können.

Auf den anatomischen, unter dem Wasser aus frischen Tieren angefertigten Totalpräparaten, wo wir den Prothorax oben, der Länge nach aufmerksam geöffnet und die beiden Rückenschildhälften auf die Seiten umgeschlagen haben, bemerken wir (cf. Abb. 2): erstens den mittelliegenden Darmtraktus und seitlich von diesem zwei starke, lange Tracheen,

die gleich am Anfang selbständig vom I. Stigma nach vorn in den Kopf ziehen; die obere ist *tr. cephalica superior*, die untere *tr. cephalica inferior;* etwa in der Hälfte der Länge beider Tracheen nach aussen und teilweise zwischen ihnen bemerken wir ein cca 1 *mm* langes und etwa ebenso breites, sehr dünnwandiges hellgrünliches, fast kugeliges, oder verschiedenartig zusammengeschrumpftes Beutelchen, je nach dem Grade der Anfüllung. Zu dem Beutel geht von der tr. cephalica superior ein bedeutender Tracheenast ab, um sich an seiner Oberfläche reichlich zu verzweigen. Dieser eben beschriebene Beutel stellt die Stinkdrüse der Chrysopen vor; er ist nach innen freiliegend, nach der äusseren Seite dagegen fest an den Flanken des Prothorax dort, wo die oberen Enden beider Spangen zusammentreten, angeheftet; die Spangen erscheinen schon unter der Lupe als Muskelansätze, die zugehörige Muskulatur werden wir jedoch später besser an den Schnittserien verfolgen.

## 4. Der feinere Bau der Stinkdrüse.

Die üblichen, in allen drei Richtungen ausgeführten Serien, wurden durch den ganzen Thorax, der dem Messer keinen nennenswerten Widerstand bietet, angefertigt; es ist nicht notwendig, vielleicht im voraus den Drüsensack herauszupraeparieren; es hat sich herausgestellt, dass wir auf einer jeden, in beliebiger Richtung geführten Serie dieselben Bilder bekommen können, was das Verhältnis der Drüse zum Ausführungsgange, der Körperoberfläche und inneren Organen anbelangt, infolge der unregelmässigen Zusammenziehungen der weichen Oberfläche beim Absterben des Tieres während der Konservation; wenn diese Verschiebungen schon nur 0·1 *mm* im Ganzen betragen würden, kann der Ausführungsgang, der selbst nur ebenso lang ist, beträchlich aus seiner ursprünglichen Lage und Richtung verschoben werden.

Es wird uns im vorhinein der Bau und die Beschaffenheit der epithelialen Körperdecke, der weichen, grünen Haut, der schwarzen Spangen mit den an ihnen befindlichen Haaren, dann die Form und der Bau des Ausführungsganges und des Drüsensackes selbst interessieren. (Abb. 3.)

Die grünen, weichen Partien der Haut bestehen aus einer ziemlich dicken, 0·008—0·01 *mm* messenden, schichtig strukturierten Chitinschicht, die auf zahlreichen, hügelartigen Erhöhungen scharfe, dünn ausgezogene Haare führt, welche ihre Verbindung mit den zuständigen, trichogenen

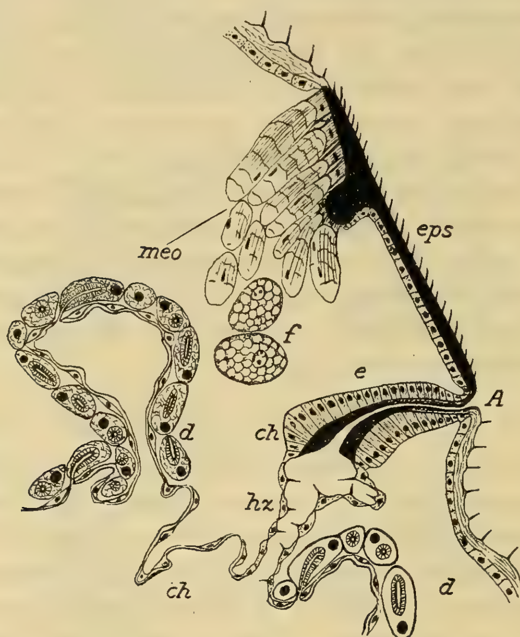



Abb. 3. Horizontaler Schnitt durch den Ausführungsgang der Stinkdrüse und seine Umgebung. — *A* Ausführungsgang, *d* Drüsenzellen, *e* Epithel des Ausführungsganges, *eps* Episternalspange, *f* Fettzellen, *hz* behaarte Zellen des Drüsenbeutels in der Nähe des Ausführungsganges; die Haare und chitinöse Auswüchse verhindern totale Kollabierung der Wände, *ch* Chitinschicht mit chitinogenen Zellen, *meo* musculus episterno-occipitalis.

Zellen der Epidermis vollständig eingebüsst haben; die Epithelschicht besteht aus einschichtigen Zellen, die auf den Schnitten entschieden breiter als hoch sind, ein dicht netzartig strukturiertes Plasma und einen sich ziemlich gut färbenden mittelständigen, länglich ovalen (Längsachse des Kernes verläuft parallel mit der Oberfläche), Kern haben; die Zellengrenzen der Epithelschicht sind undeutlich. Spangen-

epithel (Episternal und Epimaralspange, die auf den Schnitten allein 0·01 *mm* dick sind und unter sich noch eine geschichtete Chitinschicht haben) — erscheint von derselben Beschaffenheit, wie das übrige Epiderm; die Struktur der Spangen selbst ist aber homogen, kompakt, nicht geschichtet, letztere führen auch Haare, diese sind aber klein, dünn, einfach (nicht auf den Hügeln) aufsitzend, dafür aber zahlreicher; auch ihre Verbindung mit den zugehörigen trichogenen Zellen ist verloren gegangen.

Wie schon vorausgeschickt wurde, ist auf den Pleuren unter den Rückenschildrändern, in der schlitzförmigen, durch V-förmig zusammenlaufende Falten begrenzten Vertiefung, die Drüsenmündung gelegen; sie erscheint in der senkrechten

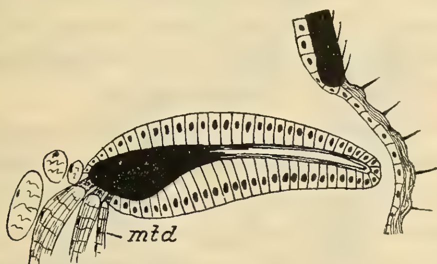



Abb. 4. Horizontaler Schnitt durch den Ausführungsgang, der das obere, mit dem *mtd* Muskelansatz von m. tergoductorius trifft.

Richtung schmal 0-förmig, und misst bei beinahe anliegenden Seitenrändern 0·12 *mm*; die Chitinschicht der Mündung ist etwas dünner als jene der Oberfläche, die Epithelzellen etwas höher, kubisch, bis hoch kubisch, ihre Kerne liegen in dem unteren Drittel der Zelle.

Auf die Mündung folgt allsogleich der Ausführungsgang, der ein 0·12 *mm* langes und ebenso breites Chitinröhrchen darstellt; die Chitinschicht ist von aller Anfang an am niedrigsten d. i. nur 0·002 *mm* hoch, aber nach innen wird sie allmählich successive dicker, bis sie an der inneren Ausmündung das dreifache bis vierfache beträgt; anfangs ist sie leicht geschichtet, dann kompakt, färbt sich intensiv mit EH; Hand in Hand mit der Stärkezunahme der Chitinschicht werden auch die zugehörigen Epithelzellen höher, sodass sie kurz

vor dem Anfang proximal 0·03 *mm*, gegen die 0·014 *mm* der Höhe an der äusseren Mündung (distal) messen; ihr Plasma ist mehr oder weniger dicht netzartig, die Kerne elliptisch mit der langen Achse senkrecht zum Lumen gerichtet, sich sehr deutlich färbend; öfter bemerken wir interzellulare Lücken und können auch eine Membrana basilaris feststellen. Auf den ersten horizontalen dorsalen Schnitten, die eben oben den Ausführungsgang treffen, begegnen wir ganz proximal einer Muskelgruppe (Abb. 4), die bei Beschreibung der prothorakalen Muskulatur als m. tergoduktorius, d. i. retraktor des Ausführungsganges beschrieben wird. Es ist zu erwähnen dass wir ganz am Anfang proximal vor dem Eintritte in den Ausführungsgang mehrere, kurze fingerförmige Chitinvorsprünge, die auch gruppiert sind, finden; sie ragen in das Lumen hinein und verhindern die Adhäsion der Wände, welche dem Austritt der Stinkflüssigkeit sicher einen grossen Widerstand bieten würde.

Dicht proximal am Drüsenausführungsgange findet sich auf den Schnitten, das Lumen und die Wände des Drüsensackes (Abb. 5.); die Drüsensackwände sind verschiedenartig in unregelmässige längere oder kürzere Falten zusammengelegt; der grösste Durchmesser des Drüsensackes dürfte 0·7—1 *mm* betragen; die eigentliche Wand desselben ist nicht allenthalben gleich beschaffen; an einer kürzeren — längeren, an das innere Lumen des Ausführungsganges angrenzenden Strecke (0·12—0·20 *mm*) besteht sie aus einschichtigen, niedrigen (0·002 *mm*), (0·01 *mm*) langen, an den Seiten (resp. Peripherie) abgeflachten Zellen, die also auf den Schnitten linsenartig erscheinen; das Plasma dieser Zellen ist feinnetzig; sie haben einen sich gut färbenden dichtnetzigen Kern und sind oben (lumenwärts) mit einer deutlichen Chitinschicht beschaffen; diese Chitinschicht liegt ihnen unmittelbar an und ist sehr dünn, indem sie nur 0·001 *mm* hoch ist; über einer jeden Zelle läuft sie in ein feines Haar aus. Nach etwa 0·12—0·20 *mm* Entfernung von der inneren Mündung des Ausführungsganges werden diese Zellen in verfliessender Fortsetzung nach den Seiten hin sehr ausgezogen, sodass sie noch platter erscheinen; ihr Plasma wird mehr homogen, ihre Kerne sehr dichtnetzig, sich gleichfalls fast homogen

mit den Farbstoffen färbend, die zugehörige Chitinschicht wird über der Mitte der Zellen öfter etwas dicker, oder mit kleinen unregelmässigen Vorsprüngen (Erinnerung an die Haare), aber nicht mehr mit den Haaren bedeckt; ihr Verlauf ist wellenförmig. Gleich darauf stossen wir auf Partien,

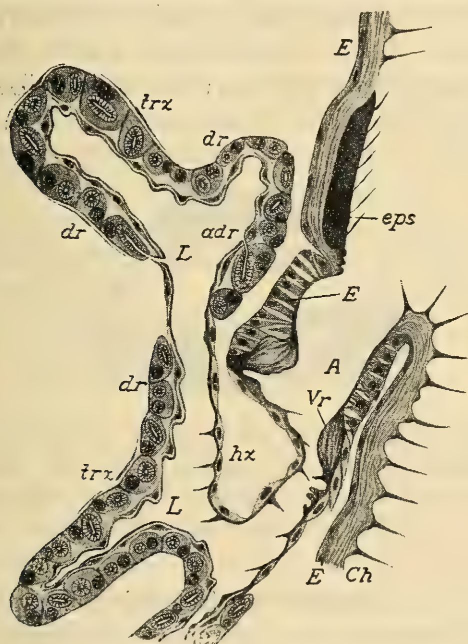



Abb. 5. Histologischer Bau des Ausführungsganges und der Drüse. *eps* Episternalspange, *E* Epiderm, *Ch* Chitinschicht mit Haaren, *A* Lumen des Ausführungsganges, *Vr* Chitinöse Verdickungen und Auswüchse an dem proximalen Ende des Ausführungsganges, *hz* drüsenfreie Wand des Beutels mit chitinogenen, behaarten Zellen, die weiter in einfache, chitinogene Deckzellen übergehen, *dr* Drüsen, *adr* Ausführungsgang einer Drüse, *Trz* Tracheenendzellen, *L* Lumen der Drüse.

die schon drüsige Elemente enthalten; diese Strecken haben, wenn wir vom Lumen der Drüse ausgehen, dünne Chitinschicht ohne Haare und Vorsprünge, dann unter dieser zugehörige, chitinogene Zellen, die auf den Schnitten pfriemenförmig erscheinen und denen der vorhergehenden, haarlosen Strecke vollständig gleich sind; unter denselben, nach aussen

vom Lumen, begegnen wir grossen, meist unregelmässig elliptischen oder unregelmässig abgerundeten Zellen, die 0·01—0·02 *mm* i. D. messen (Abb. 6.); ihr Plasma ist mehr oder weniger dicht netzartig, ihre Kerne, 1—2 an der Zahl, sind kreisrund, sich gut färbend, mit netzartig angeordnetem Chromatin, der hie und da den zerrissenen Maschen des Stroma schollenartig aufliegt; die Grösse der kreisrunden Kerne, die meist in der linken oder rechten Hälfte der Zelle nahe am Grunde liegen, ist 0·006 *mm*; der weit grösste Raum der Zelle ist aber durch einen Sammelapparat in Anspruch ge-

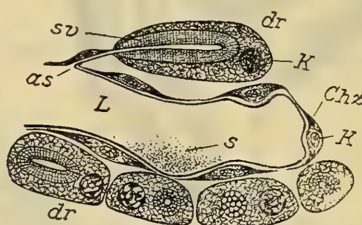



Abb. 6. Histologie der Stinkdrüsenzellen. *L* Lumen des Drüsenbeutels, *s* geronnenes Sekret, *ch* Chitinschicht, *chz* chitinogene Deckzellen, *dr* eigentliche Drüsenzellen, *as* Ausführungsgang, *sv* Sekretionsvakuole, *K* Kern.

nommen, der aus einer grossen Sekretionsvakuole und einem dünnen Ausführungsgange besteht; die Sekretionsvakuole wird auf den kreisrunden Zellen quer, auf den länglich elliptischen Zellen der Länge nach getroffen; ihre grösste Länge beträgt 0·012 *mm*, ihr querer Durchmesser dagegen 0·005 *mm;* sie scheint fein radiär gestreift, die einzelnen Streifen schaumartig, fein bläschenförmig strukturiert zu sein, namentlich auf den Schnitten, die quer den Grund des Sammelapparates treffen; das Lumen der Sekretionsvakuole misst 0·001 *mm* im queren, 0·016 *mm* im l. D.; es verlängert sich auf dem einen Pole in ein feines, chitinöses Röhrchen, das nach einer kurzen Strecke (0·006 *mm*) in das Drüsenlumen an der Oberfläche der Chitinschicht ausmündet; diese Ausführungsgänge bemerken wir ihrer Feinheit wegen nur sehr selten; sie selbst und der chitinöse Teil der Sekretionsvakuole sind als Produkt einer zu diesem Zwecke speziell adap-

tierten, chitinogenen Zelle anzusehen, die man auch hie und da auf günstigen Schnitten feststellen kann; sie ist in die eigentliche Drüsenzelle hineingewachsen und liefert den Ausführungsgang und das chitinöse Gerüst der Sekretionsvakuole. Die Drüsenzellen sind einschichtig, entweder dicht aneinander liegend, oder wieder auf ganzen Strecken gelockert, oder sogar auf bedeutenden Flächen (Strecken) fehlend; an den Stellen, wo die Zellen dicht aneinander anliegen, bemerken wir öfters eine membrana basilaris, oder sehr platte Zellen, die Tracheendzellen sein dürften. Eigene Muskulatur fehlt dem Drüsenbeutel vollständig, er wird passiv durch Erhöhung des inneren Druckes im Prothorax durch Muskelkontraktionen entleert, wie bei Beschreibung des Spangen- und Muskelapparates dargestellt wird. Tracheen versorgen den Drüsensack reichlich, und stammen von der tr. cephalica superior und inferior.

### 5. Prothorakale Muskulatur.

Behufs Verständnisses der Entleerung der Stinkdrüse ist notwendig, die bisher unbekannte prothorakale Muskulatur von *Chrysopa* näher zu behandeln; dies kann verlässlich lediglich nur an den Schnittserien verfolgt werden; es wurden Schnittserien durch Prothorax in allen drei Ebenen angefertigt und das Studium wurde nur an diesen vorgenommen; es werden jedoch vorwiegend nur jene Muskeln näher geschildert, die uns speziell bezüglich unserer Untersuchungen interessieren, ohne das Bestreben der vollständigen Wiedergabe aller Muskulatur der ganzen Vorderbrust, z. B. aller Muskeln der Vorderfüsse — die uns ja weit, zur myologischen Schilderung an und für sich führen würde; auch die dabei benutzte Nomenklatur macht keine Ansprüche auf komparativ-anatomische Beziehungen, die unter verschiedenen Ordnungen so wie so bisher unaufgeklärt sind; es werden rein anatomische, die Lage der Muskeln bezeichnende Namen, benützt, die keine physiologische Tätigkeit imputieren (wie das z. B. bei »rotator«, »depressor« etc. der Fall ist). Es verdient bemerkt zu werden, dass *Chrysopa* durch seine klar abgesonderten Muskelzüge sich vorzüglich zu myologischen Studien eignet

Von den studierten Muskeln zählen wir auf (cf. Abb. 7, Fig. 1—8):

1. *musculus tergalis* (1*a*, *b*) liegt gleich unter dem Epiderm, er nimmt seinen Ursprung in der Nähe des I. Stigmenpaares am Fragma, zieht schräg nach innen zur hinteren Makel, wo seine hintere Portion (1*a*) unterbrochen wird; von hier an zieht die vordere Portion (1*b*) schräg nach vorn und aussen und inseriert am Vorderrande des Prothorax und an den Collumfalten; er ist ziemlich breit aber dünn; er spannt

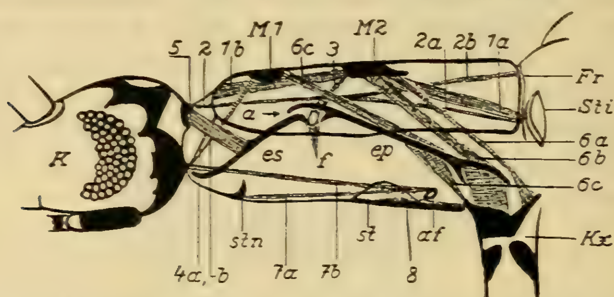



Abb. 7. Protothorax, Chitinskelett und Muskulatur von der l. Seite. *1a, b* musculus tergalis, *2a, b* m. tergocephalicus, *3 m.* tergoductorius, *4* m. tergooccipitalis, *5* m. episternooccipitalis, *6 a, b, c* tergocoxale Muskelgruppe, *7 a, b* m. sternocephalicus, *8* m. sternocoxalis, *a* Mündung des Ausführungsganges der Stinkdrüse, *af* antefurca, *es* Episternalspange, *ep* Epimeralspange, *f* Hautfalten, die von den oberen Enden der Episternal- und Epimeralspange V-artig herabziehen. *Fr* Promesothorakales Phragma, *K* Kopf, *Kx* Vorderkoxe, *Ml* vordere Makel des prothorakalen Rückenschildes, *M2* hintere Makel, *Sti* Stigma, *Stn* Sternulum, *St* Sternum, *rx* Rand des Rückenschildes.

den Rückenschild und hebt ihn auch (sogar die vordere Hälfte mit collum gesondert), weiter vermag er ihn auch nach hinten zurückzuziehen.

2. *m. tergocephalicus* (2*a*, *b*) ist zweiköpfig; sein äusserer Kopf (2*a*) nimmt seinen Ursprung gemeinschaftlich mit dem vorhergehenden m. tergalis am Phragma, der innere (2*b*) am Hinterrande des Prothorax, etwa an den Seiten des inneren Drittels der Breite; diese beiden Köpfe vereinigen sich erst unter der hinteren Makel und ziehen gerade nach vorn — alles unter dem m. tergalis, um am Hinterhauptloche

oben zu inserieren; er ist dünn, schmal, der Durchschnitt elliptisch; er vermag den Kopf zu heben, zurückzuziehen oder zur Seite zuneigen.

3. *m. tergoductorius* (3) ist eine kleine Abspaltung der vorderen Portion d. m. tergalis, die an dem Ausführungsgange der Stinkdrüse inseriert; er vermag denselben nach innen zurückzuziehen; also fungiert als Retraktor. Diese drei

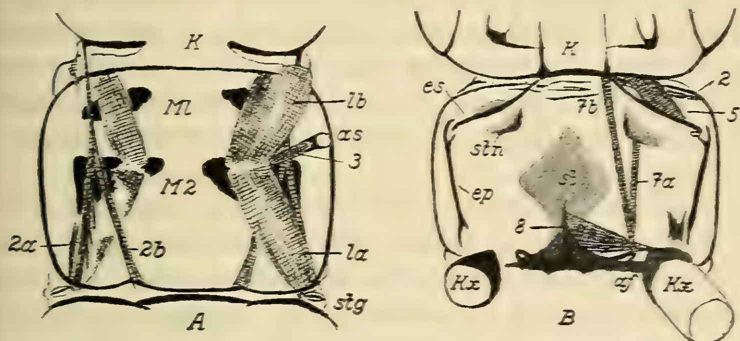



Abb. 8. Prothorax *A* von oben, *B* von unten. *1a, b* musculus tergalis. *2a, b* m. tergocephalicus. *3* m. tergoductorius. *as* Mündung des Ausführungsganges, liegt unter dem Schildrande. *M1* vorderes Makelpaar. *M2* hinteres Makelpaar. — *2* m. tergocephalicus. *5* m. episternooccipitalis. *7a, b,* m. sternocephalicus. *8* m. sternocoxalis. *af* antefurka. *K* Kopf. *st* Sternum. *stn* Sternulum. *stg* stigma. *Kx* Koxa. *ep* Epimeralspange. *es* Episternalspange.

aufgezählten Muskeln bilden eine Tergal-Gruppe. Es folgen tergo-pleuralen, tergopleurokoxalen und tergokoxalen Muskeln.

4. *m. tergooccipitalis* (4*a, b*) ist ein dünner, schwacher, zweiköpfiger Muskel; sein hinterer Kopf (*a*) nimmt den Ursprung aussen von den Tergalmuskeln aus der vorderen Makel am Schilde, der vordere (*b*) etwas mehr vorn auf dem Schildrande; beide Köpfe ziehen selbständig bis zum Insertionspunkte, der sich unten am Occipitalloche befindet; er neigt, ev. rotiert den Kopf.

5. *m. episternooccipitalis* (5) kommt oben vom Occipitalloche, zieht schrägt nach unten und hinten und inseriert an dem Muskelansatze der Episternalspange; er hebt, ev. rotiert den Kopf, andererseits, beim fixierten Kopfe hebt er das

obere Ende der Episternalspange nach oben; er ist ziemlich kräftig.

6. *Tergoprokoxale Gruppe* (6*a*, *b*, *c*) besteht beiderseits aus drei Muskelzügen: *a)* der hinterste (6*a*) ist am schmälsten; er entsteht an der hinteren Tergalmakel und zieht um das hintere Ende der Epimeralspange zur Koxe, hier etwas breiter werdend. *b)* Der vordere schmale Muskelzug (6*b*) ist von der vorderen, *c)* der hintere, etwas breitere Muskelzug (6*c*) von der hinteren Tergalmakel ausgehend; beide inserieren oben an hinteren Drittel der Epimeralspange; als ihre weitere Fortsetzung gehen von hier schräg nach unten und hinten Muskelzüge zur Koxe; sie fixieren die Epimeralspange und den Fuss.

Schliesslich sind die sternalen Muskeln zu erwähnen:

7. *musc. sternocephalicus* (7*a*, *b*) entsteht an der antefurca und teilt sich sogleich in zwei dünne Züge, von denen der äussere (7*a*) auf dem Praesternum, der innere (7*b*) unten am Hinterhauptloche inseriert; der äussere Zug fixiert sternum, der innere zieht und neigt ev. den Kopf nach hinten und unten.

8. *m. sternokoxalis* (8) entsteht am Sternum, zieht nach aussen und etwas nach hinten und inseriert an der Vorderfusskoxa; er rotiert die vordere Extremität.

Auf die rein koxalen Muskeln gehe ich nicht ein.

Eigene Muskulatur fehlt dem Drüsenbeutel vollständig, wie an den Schnitten festgestellt wurde.

### 6. Mechanismus der Entladung.

Wir haben nun über den Mechanismus der Entladung der Stinkdrüse bei der Wehrleistung nachzuforschen. — Da, wie eben erwähnt — dem Drüsenbeutel eigene Muskeln vollständig fehlen, muss die Auspressung der stinkenden Flüssigkeit, die ja sehr allmählich vor sich geht, indirekt durch Erhöhung des inneren Druckes im Prothorax mittels Kontraktion der prothorakalen Muskulatur geschehen. — Direkte Beobachtung lehrt, dass bei der stinkenden Entladung der Kopf und der Prothorax vorn ziemlich stark nach oben gehoben wird; dabei sind folgende Muskeln aktiv tätig: tergalis,

tergocephalicus und episternooccipitalis (Fig. 1, 2, 5), nebstdem drücken die Muskeln der Tergopleurokoxalgruppe den Schild nach unten (Fig.: 6*a, b, c*); auch wird vorn die Zwiesel der Epimeralspange gehoben und das obere Ende der Episternalspange durch Kontraktion von m. episternooccipitalis (der auch gleichzeitig den Kopf nach oben hebt) gleichfalls gehoben und an den oberen Arm der Epimeralzwiesel angedrückt; die beiden oberen Enden der Spangen gehen nach oben, erweitern die zwischen ihnen befindliche Falte mit der Ausführungsgangöffnung und die stinkende Flüssigkeit des Drüsenbeutels kann ausfliessen; nach der Wehrleistung, erschlaffen die Muskeln, die Epimeralzwiesel drückt das obere Epimeralspangenende nach unten, die Falte mit dem Ausführungsgange wird geschlossen und der Ausführungsgang selbst durch m. tergoductorius (Fig. 3) hineingezogen. Der Vorgang ist also ziemlich kompliziert und würde durch Kontraktion der direkten dorsoventralen Muskulatur leichter zustande kommen, wie das bei verschiedenen Insekten (Käfern) auch realisiert ist; solche Muskelzüge aber fehlen hier vollständig.

## IV. **Die Mandibulardrüse.**

### 1. Historisches.

Die Mandibulardrüse bei *Chrysopa* hat zum erstenmale Mc. Dunnough beobachtet, obzwar er behauptet, dass schon Dufour und wahrscheinlich auch Ramdohr dieselbe gesehen haben; diese Behauptung beruht jedoch auf einem Irrtum, denn aus dem Texte der Dufour'schen Beschreibung und aus seinen Abbildungen ist zur Genüge ersichtlich, dass er nur die grösstenteils im Prothorax gelegene Speicheldrüse (II. Maxillendrüse, d. i. segmentale Drüse des VI. Kopfsegmentes) gesehen hat; die ausschliesslich im Kopfe gelegene Mandibulardrüse kam ihm in keinem ihrer Bestandteile zur Sicht; der Kopf ist ja nicht einmal als geöffnet gezeichnet (Dufour, Tab. 13, Fig. 191) und ohne anatomische Zergliederung desselben ist die Kenntnisnahme der Drüse ausgeschlossen; ja man kann sagen, dass nur die Schnittserien zum sicheren Aufschluss führen können.

Mc. Dunnough nennt die Mandibulardrüse »Unterkieferdrüse«, was ich als nicht zutreffend finde, indem die Nomenklatur von heute auf Grund der embryologischen Arbeiten (Heymons) als festgesetzt betrachtet werden soll. Er findet sie paarig, an der Basis der Mandibeln gelegen, bestehend aus zwei voneinander histologisch scharf differenzierten Teilen, dem inneren (der eigentlichen Drüse, die aus einem einfachen Schlauch bestehen soll) und dem äusseren (ein sackartiges Gefäss, welches man als Speichelreservoir auffassen kann); der Ausführungsgang ist kurz, stark chitinisiert, dessen Ausmündung sich an der Basis der Mandibeln befindet.

Aus den wenigen Abbildungen und ziemlich knapper Beschreibung Mc. Dunnough's kann man sich die Form und Lage der Drüse, ohne selbst Präparate gemacht zu haben nicht leicht vorstellen; ich versuche, in diesem Kapitel diesem Mangel mit einigen Korrekturen der anatomischen und histologischen Daten abzuhelfen.

## 2. Anatomie und Histologie.

Auch ich fand den ganzen Drüsen-Apparat aus Mündung, Ausführungsgang, Reservoir als Sekretbehälter und

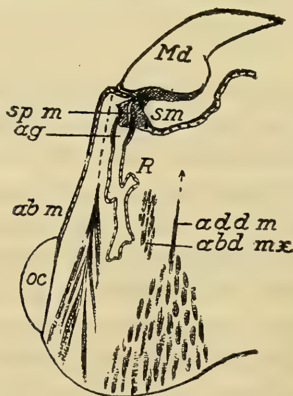



Abb. 9. Horizontaler Schnitt durch den Kopf. — *abd. m.* abductor mandibulae, *abd. mx.* abductor maxill., *add. m.* adductor mandibulae, *ag* Ausführungsgang der Mandibulardrüse, *Md* mandibula, *R* Reservoir derselben, *s. m.* sinus mandibulo-maxillaris, *sp. m.* spaltförmige Mündung des Ausführungsganges der Mandibulardrüse mit Stückchen Chitin von ihrer Umgebung.

Drüsenlappen als einheitliches sekretorisches Element zusammengesetzt.

Die Mündung ist spaltförmig, S-förmig, 0·05 *mm* lang, (Abb. 9), sie ist eingelassen in der dünnen Haut eines Sinus

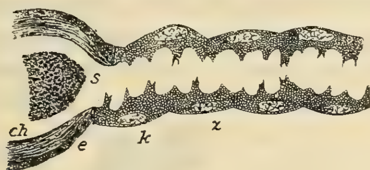



Abb. 10. Schnitt durch den Ausführungsgang (teilweise) und das distale Ende des Mandibulardrüsenreservoirs. — *e* Epidermzellen des Ausführungsganges, *ch* Chitinschicht desselben, *k* Kern der Reservoirzellen, *s* zusammengeronnenes Sekret der Mandibulardrüse in dem Ausführungsgange, *z* Zellen des Reservoirs mit eigentümlichen, eiszapfenartigen Vorsprüngen in das Lumen.

des Mundes, der zwischen Mandibel, erster Maxille und Oesophaguseingang (Hypopharynx) gebildet wird; sie liegt knapp unter der äusseren, unteren Einlenkung der Mandi-

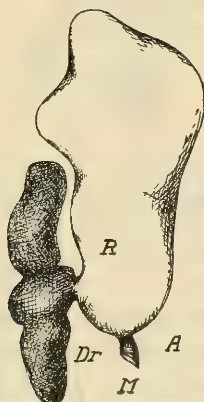



Abb. 11. Mandibulardrüse als Ganzes. — *A* Ausführungsgang mit spaltförmiger Mündung, *Dr* drüsiger Teil (Lappen), *M* Mündung, *R* Reservoir.

bel, gleich unter dem Rande der nach unten umgebogenen Wange, der auch gleichzeitig einen Teil des Mundöffnungrandes darstellt; durch anatomische Praeparation kann die Drüsenmündung kaum blossgelegt werden, denn sie liegt gar

zu versteckt; auf den Schnittserien bin ich ihr jedoch mehrmals begegnet und zwar auf etwas dickeren Schnitten (0·01 *mm*), an denen dann noch ein Strückchen der, die Öffnung umgebenden weichen Chitinkutikula mit Epidermiszellen zu sehen waren, die Öffnung und ihre Umgebung sind ganz glatt.

Die spaltförmige Mündung geht schnell in einen kurzen (0·08 *mm*), breiten (0·05 *mm*) stark chitinisierten Aus-

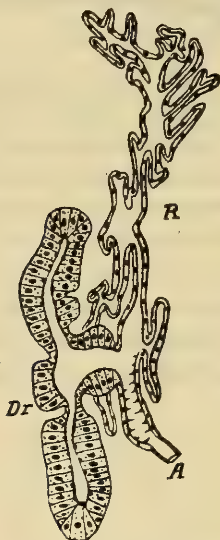



Abb. 12. Horizontaler Schnitt durch die Mandibulardrüse als Ganze. *A* Ausführungsgang mit spaltförmiger Mündung, *Dr* drüsiger Lappen, in drei Teile geteilt, *R* in unzählige Falten zusammengelegtes Reservoir.

führungsgang über, der vorn und hinten etwas verschmälert ist und daher etwa tonnenförmig erscheint; seine Epidermiszellen sind niedrig und lang, proximal auch spindelförmig, mit dichtmaschigem Plasma und kleinen, elliptischen Kernen; sie sind offenbar durch Ausscheidung der dreifach so dicken, zugehörigen Chitinschicht entstanden (Abb. 10).

Hinten, proximal, an der etwas verschmälerten Basis des Ausführungsganges setzt sich das Reservoir an, das in angefülltem Zustande etwa die Form eines Dudelsackes hat (Abb. 11), wenn aber entleert, in unzählig viele Falten verschiedenartig zusammen gelegt ist (Abb. 12); die gesamte

Länge des Reservoirs kann mit 0·5—0·6 *mm* angegeben werden, die Breite auf die Hälfte. — Histologisch ist die Wand des Reservoirs aus einschichtigen Zellen zusammengesetzt, deren Seitengrenzen kaum festzustellen sind; sie sind auf den Schnitten niedrig, länglich, an der Basis nach aussen leicht ausgebogen nach innen gerade, mit feinnetzigem Plasma, das in der Basalhälfte, namentlich unter dem Kerne an den Stromamaschen kleine sich intesiv mit EH färbende Körnchen führt (offenbar eine Verstärkung des Gerüstes); der Kern ist länglich elliptisch, je einer in einer Zelle, etwas des Basis genähert, mit feinem Kerngerüst und mehreren

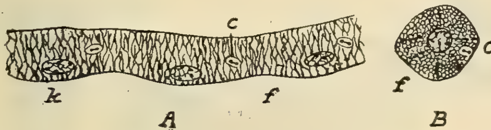



Abb. 13. — A. Senkrechter Schnitt durch die Wand des Reservoirs der Mandibulardrüse, *c* Centren, *k* Kerne; — B. eine Zelle horizontal zur Basis geschnitten, *f* stärker sich färbende Fäden im Zelleibe.

Chromatinbröckelchen; seitlich von ihm bemerken wir ganz deutlich in einem hellen, elliptischen, scharf begrenzten Hofe gelegen Centriolen, zwei an der Zahl, die durch feine Centrodesmose verbunden sind (Abb. 13); die Zellen haben innen keine besondere Membran; aussen an der Basis bemerken wir schon stellenweise eine feine Basalmembran, hie und da eine Trachee, Blutgerinsel, aber keine Muskeln. — So wie eben beschrieben, ist der weit grösste Teil des Sekretreservoirs beschaffen; eine Ausnahme von dieser Struktur macht der an den Ausführungsgang angrenzende Teil und zwar etwa bis zur Mündung des Drüsenlappens; hier sind die Zellen in der Art von den übrigen Zellen des Reservoirs verschieden, dass sie auf der inneren dem Lumen zugewendeten Seite reichlich und unregelmässig an mehreren Stellen finger- und eiszapfenartig verlängert sind; offenbar eine Vorrichtung, die eine Kollabierung der Wände und damit eine Stockung im Sekretausflusse verhindern soll; die lateralen Zellengrenzen sind deutlicher als in dem übrigen Teile, die Kerne jedoch ganz gleich jenen des proximalen Teiles; die

innere Zellmembran ist deutlich hellglänzend, offenbar stärker chitinisiert; ich vermochte in dieser Partie keine Zentren zu konstatieren.

0·15 *mm* von dem Ausführungsgange, auf der inneren, zur Mittellinie des Kopfes gelegenen Seite des sackförmigen Reservoirs, finden wir den Eingang in den eigentlichen sekretorischen Teil des drüsigen Komplexes, in der Form eines 0·4 *mm* langen und 0·12 *mm* breiten hohlen Schlauches der mit dem Oesophagus parallel verläuft und in drei unvoll-

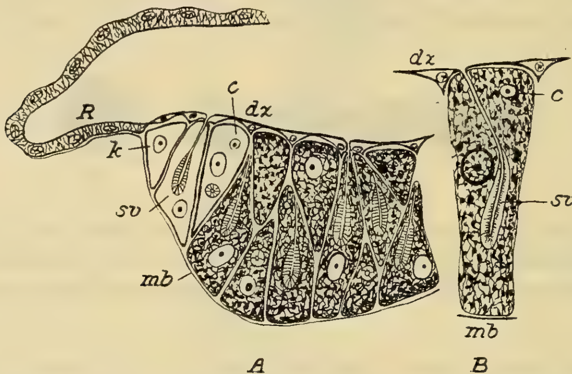



Abb. 14. Schnitt durch die Sekretionszellen des drüsigen Lappens der Mandibulardrüse. *A* ein Stückchen des Lappens, angrenzend an die Reservoirwand und in dieselbe übergehend *R*, *B* einzelne Sekretionszelle. — *dz* Deckzellenschicht, *k* Kern, *mb* membrana basilaris, *sv* Sekretionsvakuole, *c* Centrosoma; das Plasma ist voll von Sekretkörnchen.

ständig geteilte, breit aneinander anliegende Lappen geteilt ist; der mittlere Lappen ist etwa von der Form einer Rosskastanie, also unregelmässig kugelförmig und setzt sich an das Reservoir mit einer ziemlich unansehnlichen Stelle an; der hintere und er vordere Lappen sind länglich wurstförmig, an den Enden abgerundet; dabei ist der letztere etwas kürzer als der erstere; diese beiden Lappen sind nur als sekundäre Erweiterungen des mittelständigen Lappens zu betrachten, indem sie in das Lumen des letzteren einmünden, was an den, den ganzen Lappen entlang treffenden Schnitten klar zu Tage tritt. — Auf den Schnitten (Abb. 14) finden wir weiter, dass die Drüsse aus 0·012—0·020 *mm* hohen und

0·006 *mm* breiten, polygonalen Zellen zusammengelegt ist; nur selten bekommen wir einen Schnitt durch die ganze Höhe der Zelle in Form eines Viereckes, meist sind nur die dreieckförmigen und fast trapezförmigen Zellendurchschnitte infolge der rosettenartigen Stellung der Zellen um das Lumen zu sehen; die obere und untere Grenze der Zellen ist flach oder leicht ausgebogen, die Ecken sind abgerundet; das Plasma ist dicht netzartig mit zahlreichen gröberen, sich intensiv mit EH färbenden Körnchen, die an den Maschen des Netzes haften; der Kern ist kreisrund, feinnetzig, mit feinkörnigen Chromatinbröckelchen; er liegt bald in der distalen, bald in der dem Lumen zugewendeten Hälfte der Zelle; das Kernkörperchen ist kreisrund oder polygonal abgerundet, sich intensiv mit EH färbend, mittelständig; ausserdem bemerken wir an den mit Haematoxylin (EH oder Delafield) und Eosin gefärbten Präparaten eine längliche, dem Lumen zu verschmälerte Sekretionsvakuole, die quer fein radiär gestreift ist und ein feines Lumen besitzt, das durch ein feines, kleines Röhrchen mit der Drüsenhöhle in Verbindung steht; die Sekretionsvakuole färbt sich nämlich mit Eosin intensiv rot, das Zellplasma mit Körnchen und der Kern mit Haematoxylin; die sekretorischen Zellen halten nur locker zusammen und man sieht, an mehreren Stellen ganz deutliche mehr oder weniger geräumige Spalten zwischen denselben, die durch keine Plasmaausläufer verbunden sind. Ausser den aufgezählten Bestandteilen der Zelle, habe ich an dünnen Schnitten auch Centren beobachtet; dieselben waren an der Seite des dünnen Ausführungsganges der Sekretionsvakuole, nahe der Oberfläche der Zelle gelegen und bestanden aus einem kleinem, hellen, kurz elliptischen Hofe, in dessen Mitte eine kreisrunde Centriole stand; an den dickeren Schnitten sind die Zentren nicht so leicht festzustellen, da sie durch überreiche Plasmakörnchen verdeckt werden. — Die Zellen besitzen weiters an ihrer Basis eine feine Umhüllungsmembran, membrana basilaris, sonst beobachten wir auch hier Tracheen, Blutgerinsel und Muskelbündel der vorbeigehenden Muskelzüge; an der Lumenseite sind die grossen Sekretionszellen noch von einer Schicht von Zellen, die an ihrer Oberfläche (an der dem Lumen zugewendeten Fläche)

merklich chitinisiert sond, umgeben; diese Deckzellen sind flach, spindelförmig, oder dreieckförmig, mit spärlichem Plasma angefüllt und besitzen kleine, runde, chromatinarme Kerne; zwischen die eigentlichen sekretorischen Zellen schicken sie hie und da kurze Ausläufer, eigentlich nur winklige Lappen; hie und da sehen wir, wie der feine Ausführungsgang der Sekretionsvakuole auf der Oberfläche ausmündet; es ist anzunehmen, dass die Sekretionsvakuole mit dem Ausführungsgange von einer besonderen Zelle der Deckzellen produziert wird, die in die sekretorische Zelle hineinwächst; in den Deckzellen sind keine Centriolen vorhanden.

Das Lumen aller drei Lappen ist zusammenhängend, manchmal ganz bescheiden, indem es kein Sekret enthält und die gegenüberliegenden Wände der Drüse aneinander angedrückt sind, manchmal dagegen finden wir in dem Lumen noch ansehnliche Massen von Sekret, das grobkörnig, zusammengeronnen ist und sich mit Eosin intensiv rot färbt; das Sekret findet sich weiter regelmässig noch in dem Lumen des kurzen, stark chitinisierten Ausführungsganges, merkwürdigerweise habe ich es in dem eigentlichen Reservoir niemals vorgefunden; dieses scheint sich immer im Todeskampfe zu entleeren.

### 3. Konstruktion der Drüsenform und topographische Lage der Drüse.

Die ganze Mandibulardrüse samt Reservoir ist nur 0·6 *mm* lang und 0·3 *mm* breit; nebstdem ist das Reservoir so feinwändig und das ganze in einer harten Chitinkapsel zwischen Chitinspangen hineingelegt, sodass den ganzen Drüsenkomplex auf dem Wege einer Sektion zu isolieren eine nicht leichte Sache, wenn nicht Unmöglichkeit ist; wir sind hier bei der Konstruktion der Drüsenform und bei ihrer topographischen Lage lediglich auf die Schnittserien angewiesen; hier gelingt es auf wenigen Schnitten die Lage und Gestalt der Drüse herzustellen.

Nach den frontalen Schnitten ist die Serie der Bilder (Abb. 15, Fig. 1—8) wiedergegeben; Schnitt Nro. 1. ist der distal, Schnitt Nro. 8. der proximal gelegene; die übrigen

Schnitte liegen zwischen ihnen, bilden aber nicht eine kontinuierliche Reihe; es wurden nur einige ausgewählt, um die

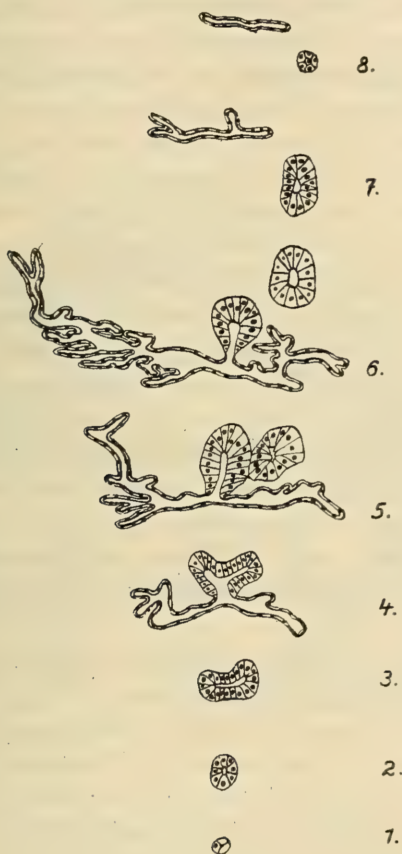



Abb. 15. Serie frontaler Schnitte durch die Manibulardrüse. — 1, 2, 3, der vordere Lappen des Drüsenteiles, 4, der Ausführungsgang, Reservoir und drüsiger Lappen in den vorderen und mittleren Teil geteilt, 5 der mittlere und hintere Lappen, Reservoir, 6 der hintere Lappen von dem mittleren abgeteilt, reichlich gefaltetes Reservoir, 7 hinterer Lappen und Reservoir, 8 Ende des hinteren Lappens und Reservoir, das sich noch nach weiter oben reichlich ausfalten kann.

hintereinander folgende Verästelung und Ausbreitung des Organs in der frontalen Ebene zu veranschaulichen. — Auf den Schnitten Nro. 1—3 ist nur das distale Ende des drüsigen

Teiles getroffen, anfangs nicht einmal das Lumen, welches erst auf dem dritten Schnitte erscheint. — An dem Schnitte Nro. 4. sehen wir schon den distalen Teil des Reservoirs mit dem kurzen, stark chitinisierten Ausführungsgange, mit der schlitzartigen Mündungsspalte; wir sehen, dass der vordere Lappen des drüsigen Teiles weit nach vorn das distale Reservoirende und die Ausmündung überragt; an demselben Schnitte sehen wir weiter, dass sich die eigentliche Drüse in zwei Lappen zu teilen anschickt, den mittleren und den vorderen; auf dem nahen Schnitte Nro. 5 ist sie bereits in den mittleren und den hinteren Lappen geteilt, das Reservoir ist mehr voluminös und in mehrere Falten zusammengelegt; auf dem etwas entfernten Schnitte Nro. 6 ist die Drüse in ihrem mittleren Lappen getroffen, aber nach innen sehen wir den bereits abgegliederten, hinteren Lappen; das Reservoir ist sehr geräumig und in zahlreiche Falten zusammengelegt, die beiderseits von dem drüsigen Teile gelegen sind. — An den weiteren Schnitten sehen wir das proximale Ende des hinteren Drüsenlappens und des Reservoirs durchschnitten, weiter würden nur noch zusammengelegte Falten des Reservoirs kommen.

Auch von den horizontalgeführten Schnitten (Abb. 16) lässt sich dasselbe Bild konstruieren.

Es handelt sich nun darum, die topographische Lage der Mandibulardrüse zu bestimmen. — Diesbezüglich finden wir folgendes: der drüsige Teil und das Reservoir sind aneinander gepresst, der drüsige Teil liegt nach aussen, das Reservoir nach innen von der Mittellinie des Kopfes; vorn beginnt der vordere drüsige Lappen bei weitem noch vor der Ausmündung und vor der distalen Reservoirgrenze und seine Spitze liegt eigentlich in der Mandibularhöhle selbst, wohin sie ziemlich weit nach vorn hineinragt; der drüsige Teil ist nach innen durch die Sehne des adductor mandibulae, nach aussen durch den adductor mandibulae begrenzt, ie ihm anliegen um hinten, etwa beim Erscheinen der Muskelbündel, zu endigen; unten liegt der drüsige Teil auf dem Gaumen, nach oben von ihm liegt die Wange, der Teil der Schädelkapsel zwischen dem Auge und der mandibularen Artikulation; der freie Raum zwischen dem drüsigen Teile und der Wange, unten bis zum

Gaumen, nach oben und hinten bis an das Auge, Ganglien lobi optici, an die Wangen, ja bis in das erste (basale) Antenenglied, ist für das Reservoir bestimmt und einbenommen. (Abb. 17.)

Wie schon eingangs hervorgehoben wurde, entbehrt die Mandibulardrüse vollständig der Muskeln, ja sogar der kurze

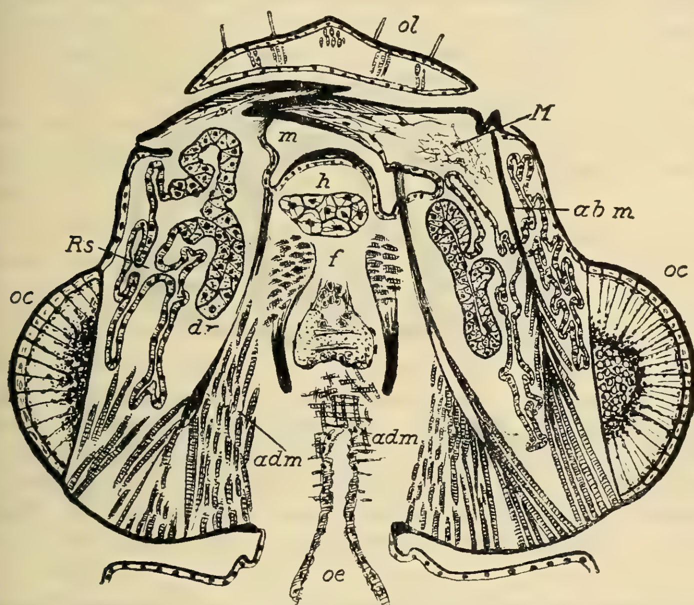



Abb. 16. Horizontaler Schnitt durch den Kopf; Situationsbild topographischer Lage der Mandibulardrüse. *dr* Drüsenlappen, *f* Fett, *fc* furca, *g* Ganglion suboesofg., *h* Hypopharynx, ***M*** mandibula, *m* Mund, ***ab. m.*** musculus abductor mandibulae mit seiner Sehne, ***ad. m.*** m. abductor mandibulae mit seiner Sehne, *oc* Auge, *oe* Oesophagus, *ol* Oberlippe, *Rs* Reservoir der Mandibulardrüse.

Ausführungsgang ist muskellos; es gelang mir nicht etwaige Muskelzüge festzustellen und auch Mc. Dunnough berichtet nichts über Muskulatur der Imagines; auch vermochte ich keine Nerven zu finden, womit nicht gesagt werden soll, dass keine existieren. Es scheint mir, dass der sekretorische Reiz auch durch Zerrung der Drüse zwischen den sich bewegenden Sehnen von abductor mandibulae ausgeübt wird, und dass durch den Druck bei Bewegung der Mandibel während

des Kauens der Ausfluss des Sekretes bedingt, gefördert und reguliert wird. Das Sekret der Mandibulardrüse nehmen wi als ein Enzyme enthaltendes Verdauungssekret an (mit Mc D.), denn es ist ganz schön zu sehen, wie die Nahrung (etwa eine Aphide) von der Chrysopa gründlich durch die Mandi beln verarbeitet und dabei stark befeuchtet wird; dieses Se kret kann lediglich nur von den Mandibulardrüsen und auch

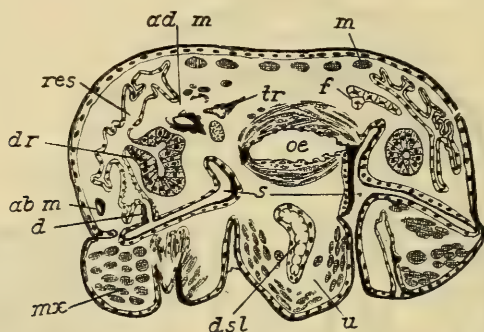



Abb. 17. Frontalschnitt durch den Kopf. — *ab. m* musculus abductor mandibulae, *ad. m* musculus adductor mandibulae, *dr* Drüsenlappen der Mandibulardrüse, *d* Ausführungsgang derselben, *d. sl* Speicheldrüsen — Ausführungsgang, *f* Fett, *oe* Oesophagus, *res* Reservoir, *s* sinus mandibulomaxilaris des Mundes, *tr* Trachee, *m* Muskeln, *mx* Maxille, *u* Unterlippe.

von den Speicheldrüsen herrühren; zu anderen Zwecken z. B. Abwehr, Zusammenkleben etc. werden die Drüsen nicht benützt.

## V. Die Speicheldrüse (II. Maxillendrüse).

### 1. Historisches.

Über Speicheldrüsen der Chrysopen-Imagen finden sich die ersten Angaben bei Dufour und Ramdohr; Dufour hat ein Drüsen-Konvolut, im Prothorax von *Hemerobius italicus,* den er als eigentliche Speicheldrüse bezeichnet, gefunden, obzwar ihm nicht einmal möglich war, die gegenseitige Vereinigung der Ausführungsgänge zu konstatieren; das Konvolut wird durch eine breitere Schlinge, die sich hinten in mehrere Schläuche verästelt, gebildet; nebstdem findet er

einen von diesem Komplexe separierten Schlauch, auch im Prothorax, aber etwas nach aussen gelegen, den er als »Reservoir« bezeichnete; es war ihm auch unmöglich die gewünschte Verbindung dieses Schlauches mit dem übrigen sekretorischen Apparat zu finden; es scheint, dass es sich hier um einen längeren sekretorischen Schlauch der Verästelung, der ausgerissen wurde handelt; dieses Gebilde kann nicht mit dem Reservoir der Mandibulardrüse verglichen werden, wie das Mc. D. zu tun geneigt wäre; die Funde Dufour's haben heute sicher nur einen relativen Wert, da sie nicht durch histologische Untersuchung begleitet waren und hiemit zu verschiedenen Verwechslungen führen können; sie entsprechen jedoch vollkommen den Forderungen ihres Zeitalters.

Anatomisch und histologisch hat erst Mc. Dunnough die Organe behandelt; er nennt sie »Thorakaldrüsen«, weil sie grösstenteils im Prothorax gelegen sind; ich glaube, dass wir auch hier die segmentale Zugehörigkeit akzentuieren müssen und die Drüsen als II. Maxillardrüse, oder die Drüse des VI. Kopfsegmentes betrachten sollen; diese Drüsen speziell nennt man jetzt immer: Speicheldrüsen katexochen. Er verzeichnet: »Jede Drüse besteht aus 6—8 teilweise kurz verästelten Hauptschläuchen.« Ich konnte nur zwei stärker sekundär verästelte Schlauchpartien und einen fast unverästelten zweiästigen Schlauch, der ja auch Mc. C. bekannt war, wahrnehmen; die weiteren Befunde über den Verlauf des Ausführungsganges stimmen mit meinen Untersuchungen, insoweit überein, als ich erstens am Ausführungsgange beiderseits eine geräumige Schlinge, die sich unter dem Suboesophagealganglion in ein unpaares Röhrchen vereinigen und dann eine stark chitinisierte Mündung an der Basis der Unterlippe fand. Neu wurde beobachtet, dass diese stark chitinisierte Mündung als Speichelpumpe fungiert und dementsprechend konstruiert ist, dann, dass die Mündung noch weiter nach vorn bis an den Rand der Unterlippe in Forn zweier Kanäle sich fortzieht, die durch Umschlagen der lobi externi maxillae II nach innen auf die obere Fläche der Unterlippe gebildet werden. Ich konnte weiter noch den Sekretionsvorgang histologisch verfolgen und glaube, dass die Präparate Mc. Dunnough's nicht gerade günstig konserviert wurden.

Bei meiner Schilderung werde ich von der Unterlippe ausgehen.

## 2. Anatomie der Unterlippe.

Die Unterlippe einer Chrysope erscheint von unten (Abb. 18) kurz, breit, nach vorn etwas verbreitet, vorn ab-



Abb. 18. Unterlippe von unten mit Labialpalpen.

gerundet und auf den losen Ecken leicht abgerundet-abgestutzt; sie scheint von hier aus, nur aus einem Stücke zu be-

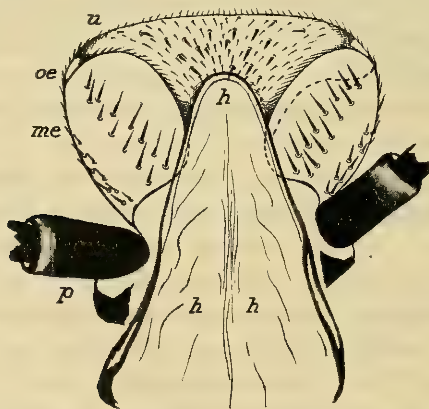



Abb. 19. Unterlippe von oben. *h* Hypopharynx, *me* umgeschlagene mala externa, *oe* paarige Mündung des Speichelganges, *p* palpus labialis, *u* Unterlippe von oben.

stehen, das durch Zusammenschmelzung der ursprünglichen Bestandteile der II. Maxille zustande gekommen ist; unten seitlich sind die Maxillarpalpen eingelassen. Bei der Ansicht

von oben (von der Mundhöhle aus) (Abb. 19) auf der herauspräparierten Unterlippe kommen wir jedoch zu einer ganz anderen Auffassung derselben; wir bemerken, dass ihre Seitenränder breit lappenförmig nach innen umgeschlagen sind und der Oberfläche der Unterlippe ziemlich dicht anliegen; sie sind auf dieser ihrer jetzigen Oberfläche mit zwei länglichen Gruppen von starken, dornartigen Haaren beschaffen; wenn wir jetzt die umgebogenen Seitenlappen in ihre ursprünglich normale Lage überführen (was nicht technisch ohne Zerreissungen geschehen kann), so bekommen wir

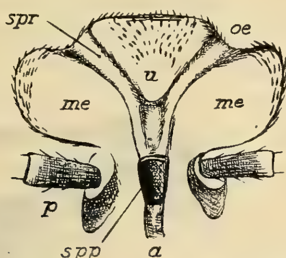



Abb. 20. Unterlippe von oben mit aufgeschlagenen malae externae, *a* unpaarer Speichelgang, *me* mala externa, *oe* paarige terminale Mündung des Speichelganges, *p* palpus labialis, *spp* Speichelpumpe, *spr* Speichelrinne zwischen dem unpaaren Mittelstücke der Unterlippe und der mala externa, *u* unpaares Mittelstück der Unterlippe (zusammengeschmolzene malae internae). Hypopharynx ist abgetragen.

nun eine *dreilappige Unterlippe* (Abb. 20), die so zu deuten ist, dass der mittlere Lappen als zusammengeschmolzene lobi interni, die Seitenlappen als lobi esterni identifiziert werden können; letztere sind, wie die mala externa der I. Maxillae, am Ende abgerundet und auf der eigentlichen Oberseite (wenn umgebogen auf der Unterseite) reichlich mit feinen Haaren besetzt; wir sind also gezwungen, entgegen der bisherigen Auffassung die Unterlippe der *Chrysope* als dreilappig anzusehen und die Überzeugung zu hegen, dass hier ausser dem unpaaren Mittelstücke (zusammengeschmolzene malae int.) die mala externa als ziemlich deutlich abgesetzter Lappen vorhanden ist. Wenn wir nun die Unterlippe von der Oberseite (Mundseite) betrachten, so sehen wir, bei tieferer Ein-




Abb. 21. 1—9 eine Serie frontaler Schnitte durch die Unterlippe, um den Verlauf des terminalen Speichelganges darzustellen; man sieht, dass er distal durch eine Rinne in der Unterlippe, die durch die nach oben umgeschlagene mala externa bedeckt wird, zustande kommt, (1—3) dann aber durch eine Rinne in der Unterlippe, die durch die rinnenförmig ausgehöhlten, seitlichen, unteren Kanten des Hypopharynx bedeckt werden, (4—6) schlesslich geht er in einen unpaaren Gang, der unter dem Hypopharynx hinzieht über (7—8), am Schnitte 9 erscheint schon der Durchschnitt der Speichelpumpe. Schnitt 10 ist horizontal durch die Unterlippe geführt und zwar so, dass auf seiner rechten Seite (Ansicht von oben) die Rinne des terminalen Speichelganges ohne, links mit dem Boden, getroffen ist. Schnitt 11 ist in der sagitalen Richtung geführt und trifft Unterlippe, Speichelpumpe, Speichelgang und Hypopharynx in der Mediane; Hypopharynx ist beim lebenden Tier vorn an die Unterlippe angedrückt. *g terminaler* (paariger) Speichelgang in der Unterlippe, *h* Hypopharynx, *hm* Muskelzüge vom Hypopharynx zur oberen Fläche der Speichelpumpe, *me* mala externa, *oe* Mündung des paarigen, terminalen Speichelganges, *om* Muskelzüge von der Occipitalöffnung zur unterer Hälfe der Speichelpumpe, *pl* Labialpalpus, *sp* Speichelpumpe, *spg* unpaarer Speichelgang, *u* Unterlippe, *um* Muskelzüge von der Unterlippe zur unteren Hälfte der Speichelpumpe. 12. Horizontaler Schnitt durch die Speichelpumpe — dieselbe besteht aus einer oberen und einer stark chitinisierten, starren unteren Hälfe, die untereinander durch eine gelenkartige, weiche Chitinmembran verbunden sind; das Lumen ist halbmondförmig.

stellung des Mikroskopes, dass zwischen dem mittleren und äusseren Loben ein heller, röhrenförmiger, nach innen ausgebogener, ziemlich schmaler Kanal durchschimmert, dessen Boden rinnenartig ist und dessen Decke durch den umgeschlagenen, äusseren Lappen gebildet wird, indem sich der Rand desselben an den mittleren vorgewölbten Lappen dicht anschmiegt; der Kanal fängt an den abgestutzt abgerundeten, losen Vorderecken der Unterlippe mit einer von oben sichtbaren, elliptischen Öffnung an; die beiden Kanäle durchziehen, ohne sich zu vereinigen, die ganze Unterlippe, bis sie hinten die Seiten des mittleren Drittels der Breite erreichen; hier finden sie ihre Fortsetzung in einem spaltförmigen Raume, der durch eine Rinne in der Unterlippe und die rinnenförmig ausgehöhlten Seitenränder des Hypopharynx gebildet wird, die bis an die Ausmündung des unpaaren Speichelganges hinzieht; hier endigen sie in die Spalte, die durch die Oberlippe von unten, Hypopharynx von oben und Speichelgangausmündung von hinten gebildet wird. Der Ausfluss des Speichelsekretes geschieht also nicht, wie bisher angenommen wurde, in die Mundhöhle, an dem distalen Ende der Speichelgangausmündung, sondern an den abgerundeten Ecken der Unterlippe. Eine Serie von Abbildungen die lückenlosen Serien entnommen sind (Abb. 21, Fig. 1—12), soll unsere Beschreibung und Auffassung veranschaulichen, ohne viel Zeit und Worte mit der detailierten Beschreibung verlieren zu müssen.

### 3. Speichelpumpe.

Die Speichelgangausmündung bildet nun den nächstfolgenden Teil unserer Beobachtungen; sie wurde von Mc. Dunnough nu als »kurzer stark chitinisierter Gang an der Basis der Unterlippe« beschrieben.

Das stark chitinisierte, unpaare Ende des Speichelganges ist mit einer stark chitinisierten Hülse ausgestattet; diese Hülse besteht aus 2 preisziegelartigen (rinnenartigen) Teilen, von denen der obere kleiner und in den unteren leicht eingelassen ist; dabei sind beide mit den Aushöhlungen nach oben gerichtet und an den langen Seiten mit einer feinen,

dünnen Gelenksmembram untereinander verbunden; auf den medianen Sagitalschnitten (Abb. 21, F. 11) erscheint sie also als durchschnittene Wände eines hohlen, abgestutzten, mit der Basis nach vorn gerichteten Konus, auf den Frontalschnitten ist der Durchschnitt nierenförmig, die untere Hälfte stärker chitinisiert (Abb. 21, Fig. 12); auf beiden Hälften inserieren Muskeln; oben nehmen wir zwei (jederseits ein) Bündel wahr, die von oberen, hinteren Partien des Hypopharynx komen, schräg nach vorn und innen ziehen, um auf der Oberfläche der oberen Hülsenhälfte zu inserieren. Unten finden wir desgleichen eine Ausstattung mit Muskulatur; die eine Serie, die vordere und innere geht jederseits vom Labium zur Hülse als ein kleines, rundes Bündel, die zweite, die hintere und äussere Serie entspringt dem unteren Rande der Occipitalöffnung der Schädelkapsel und zieht schräg nach oben und vorn, neben dem Speichelgange, zur unteren Hülsenhälfte; nebstdem gibt sie mehrere Muskelbündel zur Basis der Unterlippe ab (funktionierende als retractores labii inferioris).

Nach Schilderung dieser Verhältnisse ist es wohl einleuchtend, dass die Elastizität der Hülse einerseits und die dilatatorische Wirkung der drei beschriebenen Muskelgruppen anderseits als Speichelpumpe wirken müssen; die stark chitinisierte, am Ende des Speichelganges placierte und mit reicher Muskulatur ausgestattete, zweiteilige Hülse ist also eine Pumpvorrichtung.

Diese Speichelpumpe ist bei den *Chrysopiden* als solche in ihrer Funktion bisher verkannt geblieben; sie ist von Mc. Dunnough bloss als »stark chitinisierter, kurzer Gang« erwähnt worden.*)

---

*) Die Speichelpumpe ist am besten bekannt von *Hemipteren* und *Homopteren*, wo sie bei allen Familien vorkommt; dann wurde sie bei den Stechmücken *(Diptera nematocerata)* wahrgenommen und schliesslich können wir hierher die »Spinnpresse« der *Lepidopteren*-Raupen rechnen, der die Formierung des Spinnfadens und Regulierung des Druckes bei seiner Erzeugung obliegt (cf. die Befunde namentlich bei, *Bombyx mori!*).

## 4. Anatomie des Ausführungsganges und der Drüse.

Gleich an die hintere Peripherie der Speichelpumpe setzt sich der unpaare Speichelgang an, dessen Verlauf wir wiedergeben wollen (Abb. 22); er durchzieht den Kopf, geht nach hinten, unter dem Suboesophagealganglion teil er sich in zwei Gänge; diese durchziehen den Hals an den Seiten der

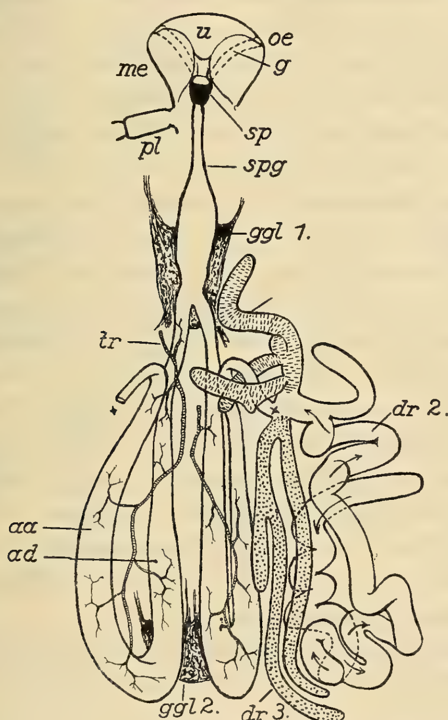



Abb. 22. Speicheldrüse mit unpaarem Speichelgange, Speichelpumpe und terminalem Speichelgange in der Unterlippe als anatomisches Präparat. *aa* ansa ascendens, *ad* ansa descendens des Speichelganges, *dr 1, 2, 3* der drüsige, sekretorische Teil des Speichelapparates 1. der vordere Komplex; der Drüsentubuli (gestrichelt) 2. der hintere Komplex (punktiert), 3. der mittlere Komplex, (unschraffiert). *g* paariger Ausführungsgang in der Unterlippe, bedeckt durch mala externa, *ggl* 1 ganglion suboesof., *ggl* 2 ganglion proth.; eingezeichnet behufs besserer Orientation, *me* mala externa, *oe* Mündung des terminalen, paarigen Speichelganges auf der Unterlippe, *pl* palpus labialis, *sp* Speichelpumpe, *spg* unpaarer Speichelgang, *tr* Luftröhre, *u* Unterlippe.

Speiseröhre — öfter auch unter derselben — bis an die Grenze des Pro-Mesothorax oder sogar ein Stückchen in diesen; hier biegen sie um und ziehen wieder der Speiseröhre entlang nach vorn, bis an die vordere Grenze des Prothorax, wo sie nach oben und etwas nach aussen und vorn umbiegen, um sich mit dem jetzt folgenden drüsigen Teile zu vereinigen.

Der drüsige Teil ist eine reich verzweigte, tubulöse Drüse; ihre Verästelung lässt sich in 3 Komplexe teilen: 1. der vorderste zielt nach vorn und oben und verästelt sich in 3—4 kurze Röhrchen, die schlauchförmig durchgeflochten sind (Abb. 22 gestrichelt). Der 2. Komplex entsteht vis à vis dem ersteren und teilt sich sogleich in zwei lange, dünne Röhrchen, von denen das innere noch sekundär geteilt ist; alle diese Tubulen ziehen untereinander parallel der Speiseröhre entlang nach hinten (punktiert!). 3. Komplex entsteht zwischen den beiden vorhergehenden und besteht aus einem dickeren Schlauche, der am Anfang einen kurzen Nebenschlauch abgibt; der Grundschlauch ist von allen am breitesten und zieht vielfach geschlängelt unter dem zweiten Komplexe nach hinten. Auf den Querschnitten finden wir jedoch öfter alle diese Teile über der Speiseröhre liegend. Diese Verästelung der Drüsenschläuche ist gewissermassen ständig, variiert nur in geringen Grenzen; die gegenseitige Lage der einzelnen Schläuche wird durch zahlreiche Tracheenäste, die fest an den Schläuchen anhaften, zusammengehalten; Tracheen vertreten hier eben das Bindegewebe.

Es erübrigt die histologische Struktur einzelner Abschnitte zu schildern.

## 5. Histologie des Ausführungsganges.

Die vordere Hälfte des unpaaren Speichelganges ist sogleich hinter der Saugpumpe bedeutend erweitert und von den Seiten zusammengedrückt; der Gang ist hier 0·10 *mm* hoch und 0·04—0·05 *mm* breit; die hintere Hälfte des unpaaren Ganges ist bei gleichen Massen wieder dorsoventral zusammengedrückt. Epithelien sind gleich hinter der Speichelpumpe 0·01 *mm* hoch, auf den Schnitten rechteckig — also prismenförmig — mit dichtem Plasma und sich deut-

lich färbenden, runden, mittelständigen Kernen; ihre Chitinschicht ist 0·001—0·002 *mm* stark, auf der Oberfläche wellenförmig, eigentlich kurzhöckerig; diese Höckerchen werden gleich in proximaler Richtung verlängert und erscheinen fingerartig, gespreizt, ziemlich auf eine Stelle zusammengedrängt, beinahe ringsum einen Ring bildend. Weiter proximalwärts

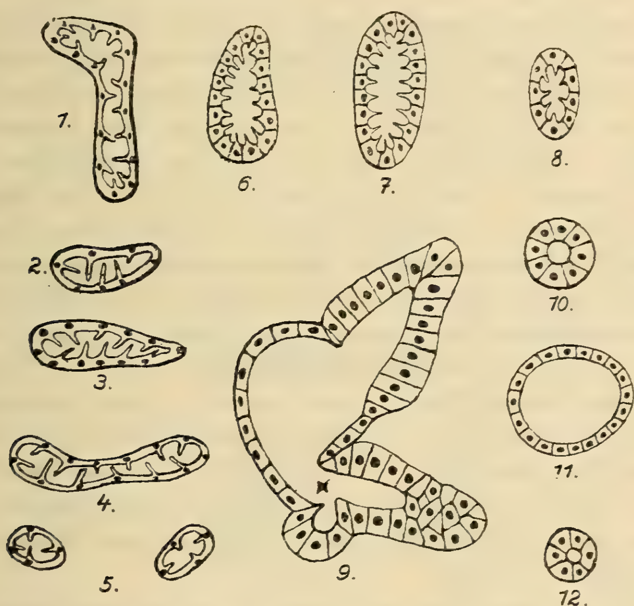



Abb. 23. Querschnitte durch diverse hintereinander folgende Abschnitte des Speichelganges (1—8) und der Drüsentubulen (9—12). *1.* unpaarer Speichelgang hinter der Speichelpumpe, *2.* die Mitte der Länge, *3.* hintere Hälfte, *4.* gleich vor der Teilung in die paarige Abteilung, *5.* paariger Speichelgang, Anfang der ansa descendens, *6.* ansa descendens, *7.* ansa ascendens, *8.* Mündung in den drüsigen Teil, *9.* Vereinigungsstelle der drei Komplexe der Drüsentubuli (bezeichnet auf der Abbildung durch einen*), *10.* Lumen eines Tubulen des vorderen, *11.* des mittleren, *12.* des hinteren Komplexes. Alle Figuren sind in gleichem Maastabe gezeichnet.

wird das Epithel deutlich abgeflacht, die Zellen sind nur 0·004 *mm* hoch und 0·018—0·02 *mm* lang, also beinahe fünfmal so lang als hoch; in der Mitte sind sie in einen langen, fingerförmigen (eigentlich lang konischen) Forsatz verlängert, der senkrecht in das Lumen des Speichelganges hinein-

ragt, 0·014 *mm* ohne die Höhe der Zelle messend; diesen Fortsatz hat schon Mc. Dunnough beobachtet und beschrieben. Das Plasma dieser Zellen ist fein reticulär, überall gleich strukturiert, sogar in den fingerförmigen Ausläufern, sich gut mit Eosin färbend; die seitlichen Zellengrenzen sind nicht wahrnehmbar; der Kern ist elliptisch, hat 0·004 *mm* i. l. D., spärliches Retikulum, einige Chromatinkörnchen, er steht meist unter dem fingerförmigen Fortsatze und ragt in denselben hinein. Centren sind nicht wahrnehmbar; es ist weiter eine feine, strukturlose membrana basilaris und eine feine, stark Licht brechende Zellenhaut oben auf der dem Lumen zugewendeten Fläche vorhanden, die auf den Ausläufern schön, schmal, scharf rippenförmig gekielt ist; an der Basis der Ausläufer laufen die Rippen radiär auseinander und die Kiele der Nachbarforsötze greifen ineinander; die Rippen sind einfach oder teilen sich dichotomisch, gegen den Gipfel werden sie zusammengedrängt, nach unten gehen sie mehr auseinander; sie haben einen scharfen Grat und ihre Zwischenräume sind rinnenförmig; ein Querschnitt der Ausläufer erscheint also gezackt wie ein Rad; es handelt sich um eine zellhäutige Chitinstruktur. Die Angabe Mc. D., es sei das Plasma dieser Zellen schwach gestreift, ist also in dem Sinne zu korrigieren, dass die Kutikula der fingerförmigen Fortsätze gestreift gekielt ist.

Die paarigen Speichelgänge, die unter dem suboesophagealganglion aus dem unpaaren entstanden sind, haben nur 0·05 *mm* i. D., wovon allerdings beiderseits 0·004 *mm* auf die Zellhöhe der Wand abfällt; die Zellen sind so, wie in dem unpaaren Teile beschaffen, die Ausläufer werden jedoch niedriger; so geht's bis zum Ende des ersten Viertels der Länge des ramus descendens der Ausführungsgangsschlinge; von hier ab erweitert sich allmählich der elliptische Durchmesser bis auf 0·20 *mm* L. und 0·04 *mm* B., gleichzeitig ein anderes Aussehen erhaltend, indem die Ausläufer kürzer (0·006 *mm*) und dicker, die Zellkörper etwas höher werden (etwa 0·01); auch die Plasmastruktur ist eine bedeutend andere; sie wird so stark und grob vakuolosiert, dass der ganze Plasmabestandteil auf spärliche Fäden und einen kümmerlichen Rest um den elliptischen Kern, der entweder an die Basis oder

ganz an die Seitenwand angepresst ist; so sind alle Zellen der mehr unteren Hälfte der ansa descendens und der Biegung in die ansa ascendens beschaffen; hier in dem aufsteigenden Arme der Schleife ändern sich die Zellen von neuem; sie werden beinahe kubisch, 0·008 *mm* hoch und ebenso lang,

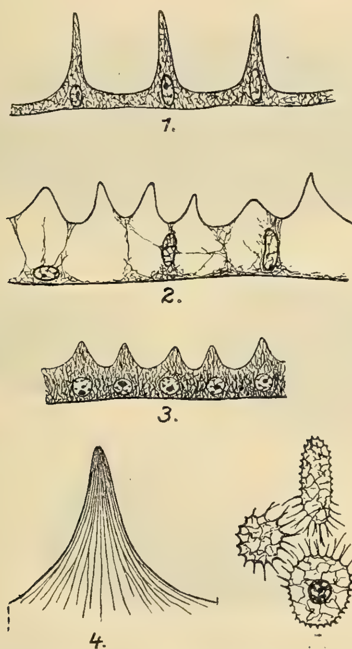



Abb. 24. 1. Schnitt durch die Wand des unpaaren Ausführungsganges der Speicheldrüse: die Zellengrenze ist undeutlich, die Kerne stehen unter lang konischen Fortsätzen, die in das Lumen hineinragen. 2. Schnitt durch die ansa descendens: stark vakuolisiertes Plasma. 3. Schnitt durch die Wand von ansa ascendens: Plasma netzartig. 4. Fingerartiger Fortsatz aus dem unpaaren Speichelgange von oben, fein gerippt. 5. Schnitte durch dieselben Fortsätze.

ihr Plasma wird fein retikulär, ohne Vakuolen, die Kerne werden rundlich; so ist die ganze ansa ascendens und ihr oberes Ende, das an den drüsigen Teil angrenzt, beschaffen; dieses Ende ist nur unansehnlich im D. indem es 0·08 *mm* in der l. und 0·03 *mm* in der q. Achse misst.

## 6. Histologie des drüsigen Teiles.

Die Drüsenzellen des ersten und zweiten Komplexes sind 0·015 *mm* hoch, zylindrisch, oben gerade, oder schwach ausgebogen, protoplasmareich mit einem runden, mittelständigen Kerne; sie sind einschichtig und führen keinen Sam-

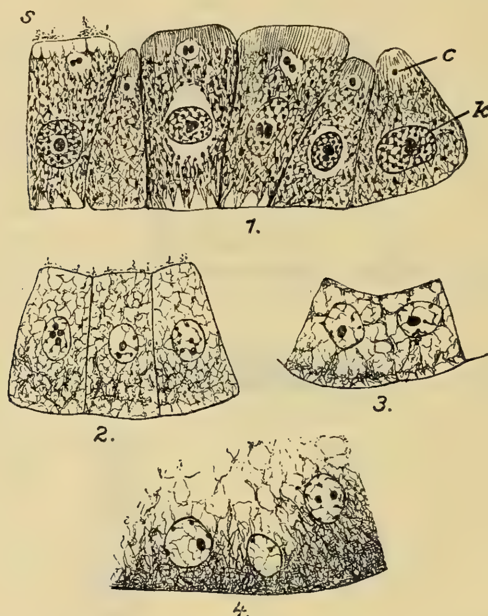



Abb. 25. Schnitte durch die Wand eines Tubulus des ersten (vorderen) Speicheldrüsenkomplexes. — 1. Am Anfang der sekretorischen Funktion, 2., 3., 4. spätere Stadien derselben: Vakuolisation des Plasma und Deformierung der Kerne. *c* Centren, *k* Kern, *s* Sekret.

melapparat (Sekretionsvakuole). — Die Zellen des dritten Komplexes, d. i. des langen Schlauches, sind ebenso wie die vorhergehenden beschaffen, aber nur 0·004 *mm* hoch, dafür 0·02 *mm* lang, also bedeutend länger als hoch, rechteckig. Alle Zellen sind gut gegeneinander abgesetzt, — man beobachtet sogar Interzellularlücken, — haben an der Basis eine strukturlose Basalmembran, an der sich hie und da ein flacher Kern findet, den wir den an die Schläuche sich anheftenden Tracheen zuschreiben.

Die feine Struktur der Zellen ändert sich jedoch bedeutend je nach dem Sekretionszustande derselben; ich habe dies speziell an den Zellen des ersten Komplexes beobachtet und fand bei der Imago folgende Reihenfolge der histologischen Bilder.

Am Anfang, vor Beginn der Sekretion (Abb. 25, Fig. 1) waren die Zellen hoch, prismenförmig, oben und an den Ecken abgerundet, ungleich hoch, einige niedriger, einige höher; das Plasma war dicht, gleichmässig netzartig, bis zusammengefilzt, mit kleinen, sich intensiv mit EH färbenden,




Abb. 26. Schnitt durch die Wand eines Tubulus des mittleren Speicheldrüsenkomplexes. 1. am Anfang, 2., 3. in späteren Stadien der sekretorischen Tätigkeit.

dem Netze anhaftenden Körnchen, deren chemische Reaktion mir unbekannt blieb; an der Basis pflegen einige Vakuolen zu sein, der obere Saum ist senkrecht fein gestreift, mehrmals mit einigen Vakuolen, oben mit einer feinen Membran; der Kern ist einer an Zahl, drehrund, länglich rund elliptisch, ja auch nierenförmig, immer gleichmässig glattrandig, mit feiner Membran, gleichmässig verteiltem, feinem Netze, auf dem feine, gleich grosse Chromatin-Körnchen angehängt sind; diese Körnchen sind jenen im Plasma befindlichen ähnlich, ich konnte jedoch keinen Übertritt vom Körnchen in das Plasma beobachten; der Kern ist 0·006—0·008 *mm* i. D., in seiner Mitte befindet sich ein Kernkörperchen, das etwa ein Viertel des Kernes einnimmt; es ist entweder drehrund, völlig schollenartig, oder deutlich aus 2—3 geteilten Schollen zusammengesetzt; ringsum kann ein heller Hof bestehen; auch um den Kern, welcher mittelständig oder etwas der Basis genähert ist, beobachtete ich öfter einen genügend grossen, kreisrunden oder elliptischen, hellen hyalinen Hof von doppeltem Kerndurchmesser; seine lange Achse liegt in der 1. Zellachse; bei vielen Kernen hat er jedoch

gefehlt; wegen seines ungleichen Vorkommens auf demselben Schnitte halte ich ihn nicht für ein durch Konservation verursachtes Artefakt. Über den Kernen, unter dem Säume, sind sehr deutlich 1—2 drehrunde Centriolen in einem kleinen, hyalinen Plasmahofe, der hie und da zipfelförmig ausgezogen ist — zu beobachten.

In der weiteren Fortsetzung der Sekretion (Abb. 25, Fig. 2) verliert sich der hyaline Hof, um den Kern und die Sekretkörner aus dem Plasmanetze; das Plasma wird grob vakuolisiert, die Streifung der obersten Schicht hört auf stellenweise, namentlich an der Basis, in der unteren Hälfte wieder dicht verfilzt, der Kern erscheint heller, wenn gleich immer noch kreisrund, sich weniger intensiv färbend; sein Chromatin ist nicht mehr so schön gleichmässig verteilt, aber in mehrere, grössere und kleinere Bröckel zusammengedrängt; die Nukleolen sind wahrnehmbar und in ihrer Form unverändert; es ist mir nicht gelungen, den Übertritt von Chromatinmassen des Kernes in den Plasmakörper zu beobachten; Centren habe ich vermisst.

Noch später (Abb. 25, Fig. 3) werden die Plasmavakuolen in der oberen Hälfte der Zelle immer und immer grösser das Plasmanetz dagegen oben feiner, zerrissen, sich schlechter färbend, an der Basis angehäuft, verfilzt, der obere Umriss der Zelle unregelmässig wellenförmig, die Zelle selbst bedeutend niedriger und weniger voluminös, offenbar durch Verlust des Sekretes; der Kern ist jetzt deutlich unregelmässig polygonal, mit abgerundeten Ecken und zerrissenem Chromatinnetz; die Centren sind in den letzten beiden geschilderten Stadien nicht wahrnehmbar; schliesslich finden wir, dass an mehreren Stellen oben die Zellhaut zerreisst und die spärlichen Überreste der oberen Plasmapartien sich dem bereits in das Lumen diffundierten, flüssigen Sekrete beimischen (Abb. 25, Fig. 4); ich habe keine regenerierenden Zellen in den Speicheldrüsen beobachten können.

Die Mikrostruktur des zusammengeronnenen Sekretes ist auf den Schnitten fein granuliert, hie und da mit einigen beigemischten Fäden, die von dem nicht vollständig zerfallenen Plasmaretikulum herrühren; es ist überall geronnen zu

finden und förbt sich nach EH-Eosin Färbung leicht gelblich. Seine chemische Beschaffenheit wurde nicht untersucht; es wird wohl Zucker invertieren und Albuminate abspalten können, denn die *Chrysopen*, ausser *Aphiden* (Albumen), auch ihre Exkremente (Zucker), verzehren, wie ich direkt an Tieren, die hungrig in ein Glas mit Aphidenkolonie gebracht wurden, beobachtet habe.

»Die Speicheldrüsen der Insekten sind an den hinteren Maxillen und zwar am lateralen, hinteren Rande derselben angelegt, sie münden dort noch paarig beim Embryo aus. Wenn bei dem ausgebildeten Insekt meist die Mündung eines unpaaren Speichelganges am Grunde des Hypopharynx, zwischen letzterem und dem Labium, anzutreffen ist, so handelt es sich hiebei um ein sekundäres Verhalten, das erst im weiteren Entwicklungsverlaufe, während der späteren Embryonalstadien, zustande kommt und mit der Ausbildung einer unpaaren Unterlippe im Zusammenhange steht.« (Heymons, pg. 103).

Wenn wir nun bei *Chrysopa* wieder eine gewisse Paarheit in dem Endabschnitte des Speichelganges finden, so ist das nicht, in Bezug auf die vorangehenden Sätze, eine Rückkehr zum primitiven, ursprünglichen Zustande, sondern ein sekundärer Zustand, eine Neubildung, die gewissermassen den Ursprungszustand immitiert, ja noch mehr, gradiert, indem der Ausfluss des Speichels nicht am Grunde des Labiums, sondern an seiner distalsten Peripherie zustande kommt.

## VI. Theoretische Schlussfolgerungen.

Wenn wir nun den Bau aller drei beschriebenen Drüsen von einem Standpunkte betrachten, so sind die Mandibulardrüse und Stinkdrüse eigentlich nach einem und demselben Plane gebaut, beide haben grundsätzlich dieselben Bestandteile, nur ist das sekretorische Element bei der Mandibulardrüse konzentriert, dagegen bei der Stinkdrüse mehr zerstreut und zwar auf der ganzen Oberfläche des Reservoirs; das und der abweichende Bau der Wände beider Reservoirs sind jedoch nur Abstufungen derselben Zustände in verschiedener Richtung. Anders ist die Speicheldrüse gebaut,

da hier völlig die Sekretionsvakuolen fehlen und der sekretorische Teil einschichtig ist, indem die Sekretionszellen nur eine Schicht bilden und nicht durch Deckzellen belegt sind; jedoch leitet die Embryologie (Heymons) auch die Speicheldrüsen von den serialen Koxal- (Krural-) drüsen, gleichwie die Mandibulardrüsen ab.

Durch den gleichen Bau der Mandibulardrüse und der prothorakalen Stinkdrüse der *Chrysope* ist die Vermutung, dass die letztere auch eine von seiner ursprünglichen Lage dislozierte seriale Kruraldrüse des I. thorakalen Segmentes ist, schon aus dem Grunde zutreffend, weil auch bei den *Chilopoden* die serialen Wehrdrüsen des I. Körpersegmentes (dessen Pleuren und Rückenschild allerdings dem Prothorax + Mesothorax der Insekten entsprechen), die seriale Kruraldrüse des 1. Fusspaares vorstellt; ihre jetzige Lage ist gleichwie bei der *Chrysope* unter den Seitenrändern des Rückenschildes auf den Pleuren (Heymons). Was bei *Scolopender* und *Lithobius* auf dem II. Rumpfsegmente geschah, konnte bei *Chrysopa* auch auf dem I. Rumpfsegmente geschehen; die seriale Kruraldrüse des eigentlichen I. Rumpfsegmentes bei *Chilopoden* scheint auf die Maxillipeden dislociert zu sein und als Giftdrüse zu fungieren, was Heymons ansagt, jedoch nicht behaupten will; die Stinkdrüse der *Chrysopen* würde, dann der Giftdrüse des Maxillipeden homolog sein.

Wenn wir die Möglichkeit einer ziemlich weiten Dislocierung der Kruraldrüsen in gewissen Fällen embryologisch direkt beobachten können (Heymons-*Scolopender*) und wenn wir in's Auge fassen, dass die Cerci als ursprüngliche Fussanlagen ganz dorsal an die Mediane gerückt sind, sowie auch Stigmen bei Dytiscidenlarven, Coccineliden und Mückenpuppen etc., so liegt nichts im Wege einerseits die Kruraldrüsen bis zur Mittellinie der Bauchseite, andererseits bis zur Mittellinie der Rückenseite wandern zu lassen; hiemit würden wir eine einheitliche Abstammung der verschiedensten zusammengelegten Hautdrüsen von den serialen Kruraldrüsen bei den Insekten bekommen; bei diversen Insektengruppen wären sie nur verschiedenartig verlegt, behalten oder reduziert; ich behalte mir vor, diesen Gedanken in einer dem-

nächst zu erscheinenden Arbeit über die segmental angeordneten Dorsaldrüsen bei *Cantharis (Coleoptera)* weiter auszuarbeiten.*). Auch das Blutspritzen der Cimbexlarven und Coccinellidenlarven etc. kann, wie gezeigt wird, durch

---

*) Bemerkung. Bei dieser Gelegenheit mache ich aufmerksam, dass ich bei *Cantharis (Coleoptera)* eine ganze Serie segmental angeordneter Tergaldrüsen sowohl bei Imago, wie auch bei Puppen (nicht aber bei den Larven) fand. — Die Publikation dieses Gegenstandes wird demnächst erscheinen; vorläufig lasse ich hier die Übersetzung einer kurzen Notiz aus dem Böhmischen folgen, die als Referat über meinen Vortrag in dem Berichtsblatte der IV. Versammlung d. böhm. Naturforscher und Ärzte in Prag 1908 erschienen ist: »*Cantharis* hat zwei Typen von Wehrdrüsen; erstens: ausstülpbare, epidermale Säckchen auf dem hinteren Rande der Pleuren des 2.—6. abdominalen Segmentes, um deren Kutikula grosse, einzellige Drüsen eingelassen sind, die netzig strukturiertes Plasma und 1—2 Kerne haben; sie münden in ein balonartiges in der Chitinhaut eingelassenes Reservoir, das durch ein Kapillarröhrchen mit der Oberfläche in Verbindung steht; dieses Röhrchen verläuft schief; die Wände des Reservoirs sind stark chitinisiert, stark lichtbrechend und werden durch eine spezielle Zelle produziert, die das distale Ende der Sekretionszelle umgibt; also Analogon einer trichogenen Zelle; die Drüsenzelle und die Reservoirzelle sind Abkömmlige der Epidermiszellen. — Zweite Type der Wehrdrüsen sind zusammengesetzte Beuteldrüsen, die serial, paarig auf den Tergiten der 1—8 Abdominalsegmente gelegen sind; die grössten sind auf dem 8. Tergite; bei der Imago sind die 1—7 Paare stark reduziert und funktionieren nur die letzten auf dem 8. Tergit gelegenen; bei der Puppe aber funktionieren alle 8 Paare; ihre Mündung erscheint von oben als kreisrunder Diskus; auf den Schnitten wird ersichtlich, dass der Diskus als Deckel funktioniert, eine feine, zentrale Öffnung hat und mit vielen feinen Haaren bedeckt ist; unter dem Deckel ist auf einem eingewachsenen, randartigen Vorsprunge der Drüsenbeutel befestigt; derselbe hat: starke Muskularis, (und zwar cirkuläre, wie auch longitudinale) und ein geräumiges Lumen, das mit bläschenförmigen, grossen, kleinkernigen, vakuolisierten, lose angehäuften Zellen angefüllt ist; die grossen Vakuolen sind voll Sekret; die Zellen entstammen einer Epithelschicht, die hie und da, namentlich auf dem Grunde der Drüse, erhalten ist, und haben keine Ausführungsgänge, das Sekret diffundiert in ihre interzellulären Räume; sie stellen ein bläschenartiges Gefüge vor. — Im Falle der Gefahr stülpt der Käfer die pleuralen Bläschen und das Sekret der Drüsenzellen verflüchtigt; gleichzeitig werden bei der Imago die Drüsen des VIII. Tergites entleert, indem die eigene,

Atrophie (Reduktion) der segmentalen Drüsen, beim Behalten der Öffnung, erklärt werden.

Es ist nicht meine Absicht schon hier und jetzt auf die Literaturkritik der Kenntnisse über die ektodermalen serialen Drüsen des Insektenkörpers einzugehen; es entfällt deswegen auch die Zusammensetzung der Literatur über unseren Gegenstand, die auf Vollständigkeit Anspruch machen würde; dieselbe wurde schon mehrmals vorgenommen, z. B. von Dimmock, Packard, Borgert, Berlese, Filipčenko, Suslov u. a.; im ganzen verdient das Thema sogar in deskriptiver, wie auch in der theoretischen Hinsicht noch weiterer ausgiebiger Verfolgung, Bearbeitung und skrupulöser Abschätzung.

Glücklicher haben sich die Verhältnisse bei den Crustaceen gestaltet, gelösst von Vejdovský in seiner vorzüglichen, führenden Arbeit: »Zur Morphologie der Antennen und Schalendrüse der Crustaceen«; hier wurde ein voll funktionierender Apparat sg. Trichter zwischen dem Coelomsäckchen und dem Kanälchen gefunden; diese unerwartete Entdeckung hat eine Reihe von Arbeiten inauguriert (Awetik-Ter-Poghossian, Plenk etc., Shäfferna), die dann ganz gleiche oder ähnliche Verhältnisse unter den Krustern fanden; da auch die embryologischen Arbeiten von Bučinskij und Waite das Coelomsäckchen von Mesoderm, das Kanälchen von Ektoderm ableiten, ist die nephridiale Natur beider Krusterdrüsen festgestellt.

Die Untersuchungen Thon's an den Koxaldrüsen der Spinnen (Holothyriden) erinnern an ähnliche Verhältnisse, die sich bei Krustern vorfinden; auch hier findet sich ein Coelomsäckchen differenziert; jedoch der Tricher fehlt vollständig.

Die Myriapoden (Heymons, Rossi) stimmen embryologisch und anatomisch mit den Insekten gänzlich überein; hier

---

starke Muskulatur zusammengezogen wird; es tritt dann aus der Drüsenöffnung eine trübe Flüssigkeit, die in Form eines Tropfens auf den Diskushaaren erstarrt; sie wird nach einer Weile von dem Käfer mit den Hinterfüssen abgerieben und entfernt. — Bei diesen Erscheinungen verbreitet sich um das Tier herum ein Gestank nach Mäusen.

wie dort scheinen die Nephridienapparate gänzlich verloren gegangen; es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass weitere Funde an Insekten unsere Auffassung in mancher Hinsicht korrigieren werden.

Peripatus steht immer noch führend vor den Krustern, Spinnen, Myriapoden und Insekten, indem er beide Apparate Nephridien wie Kruraldrüsen wohlentwickelt und funktionierend sich zu besitzen erfreut.

Über die Beziehungen der Insekten zu Krustern und beider zum Peripatus ist das letzte Wort bisher noch nicht gefallen.

Ein Vergleich der Nephridienbildungen bei Crustaceen mit denen der Annulaten ist derzeit nach Vejdovský nicht möglich

---

## VII. Literatur.

Awetik-Ter-Poghossian, Beiträge zur Kenntnis der Exkretionsorgane der Isopoden, Inaug. Diss., Leipzig, 1909.

Berlese A. Gli Insetti, Milano 1909.

Borgert H., Die Hautdrüsen der Tracheaten, Inaug. Diss. Jena 1891.

Bučinskij P., Nabljudenija nad embrionalnym razvitiem Malakostraka, Zapiski Novoross. Obščestva Estestvoispytatelej, Odessa, 1895.

Dimmock G., On some glands, which open externally on Insects, Psyche, Vol. III., pg. 387—401, 1883.

Dufour L., Recherches sur les Orthoptères etc., Paris 1834.

Dunnogh I. Mc., Über den Bau des Darms und seiner Anhänge von *Chrysopa perla* L., Archiv für Naturgeschichte 75. Jhrg. 1909.

Filipčenko J., Über die Kopfdrüsen der Thysanuren, Z. f. w. Zool., Leipzig, 1908.

Henneguy L. F., Les Insectes, Paris 1904.

Heymons R., Die Entwicklungsgeschichte der Scolopender, Stuttgart 1901.

Kolbe I. H., Insektenkunde, Berlin 1893.

Kühne K. F., Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn, Kopfnerven und Kopfdrüsen des gemeinen Ohrwurmes (Forficula auricularia), Jena, Ztschr. Natw., 1913.

Packard A., Text Book of Entomology, New York 1898.

Plenk J., Zur Kenntnis der Anatomie und Histologie der Maxillardrüse bei Copepoden, Wien, 1911.

Ramdohr, Abhandlungen über die Verdauungswerkzeuge der Insekten, Halle 1811.

Rossi G. L., Le glandole odorifere dell' Iulus communis, Z. f. w. Zool., LXXIV, Leipzig, 1903.

Rostock M., Die Netzflüger Deutschlands, Zwickau 1883.

Schauffuss C., Entomologisches Wochenblatt 25. Jhgg. No. 46, 49, Leipzig.

Schneider G. T., Symbolae, ad Monographiam generis Chrysopae Leach, Vratislaviae 1851.

Šulc K., O některých neznámých obranných žlazách u hmyzu. Věstník IV. Sjezdu českých přírodozpytců a lékařů, Praha 1908.

Suslov S., Über die Kopfdrüsen einigen niederer Orthopteren, Zool. Jahrb. XXXIV., 1912, Jena.

Thon K., O žlazách Holothyridů, Reg. Soc. Scient. Bohemica, Věstník, Praga, 1905.

Vejdovský F., Zur Morphologie der Antennen und Schalendrüse der Crustaceen, Z. f. w. Zool., LXIX, 1901, Leipzig.

Waite F., The structure and development of the antennal glands in Homarus americanus M. E. Cambridge, Mass. U. S. A., 1899.

Němec B., Studie o Isopodech I., Věstník král. spol. nauk 1895, II. ibidem 1896.

Nasonov N., Kurs entomologiji, časť I., Naružnye pokrovy nasěkomych, Varšava 1901.

---

XII.

# Poznámky k vývoji žeber u člověka.


Z ústavu pro histologii a embryologii české university v Praze.

Napsal

Prof. Dr. **Otakar V. Srdínko.**


Se 2 tabulkami a 1 obrazcem v textu.


Předloženo v sezení dne 20. února 1914.


Vývoj žeber u lidských zárodků nebyl dosud do detailů prozkoumán, ač již v r. 1894 S. S. MINOT ve své knize na potřebu toho poukázal.*) Od té doby osvětlen byl sice znamenitou prací Ch. MÜLLERA (1906) vývoj chondrothoraxu, avšak detaily přeměny chrupavčitých žeber v kost žeberní a permanentní chrupavku žeberní dosud nebyly popsány. Zabýval jsem se v poslední době tímto předmětem a podávám zde výsledky svých pozorování v ossifikaci žeber u člověka.

Aby obraz byl celkový, předešlu jednak nejnutnější poznatky srovnávací anatomii, jednak to, co o vzniku žeber u člověka dosud jest známo.

H. SCHAUINSLAND (1906) podal v Hertwigově příručce**) ve svém obsáhlém pojednání: »Die Entwickelung der Wirbelsäule nebst Rippen und Brustbein« výborný přehled o srovnávací anatomii žeber. Ze článku jest patrno, že u s e l a c h i í se setkáváme poprvé v řadě tvorstva s částmi skelettu zva-

*) S. S. MINOT: Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Německý překlad od S. KAESTNERA 1894 pag. 428.

**) Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere. Bd. III. Th. II. pag. 339-572.

nými žebry, jichž význam však není u všech obratlovců stejný; většina autorů rozeznává nyní vzhledem na uložení žeber k svalstvu horní žebra (*selachii, amphibia, amniota* a z části *crossopterygia*) a žebra dolní (*ganoidei, teleostei* a *dipneusti*). O vzniku žeber není dosaženo dosud jednotného názoru:

Gegenbauer, Goette, Balfour, Göppert a j. považují žebra za výtvory páteře, kdežto O. Hertwig, Rabel, Bruch, Fick, Kölliker, Hasse, Born zastupují názor, že žebra jsou samostatné útvary, vznikající z mezisvalového vaziva myomerů. Pro některé skupiny obratlovců, jako na př. pro chrupavčité *ganoidy*, schází dosud vyšetření vývoje žeber.

O žebrech *amniotů* nalézáme v literatuře více theoretických úvah, než skutečných pozorování o jejich vývoji. B. Claus odvozuje žebra od příčných výběžků, kdežto Gegenbauer od dolních oblouků obratlů, Goette od horních oblouků. C. K. Hoffmann tvrdí, že žebra jsou původní intervertebrální částí, vyrůstající ze skelettogenní vrstvy kolem chordy, které samostatně ossifikují. Bruch, Kölliker, Hasse, Born, Rabl a j. jsou toho náhledu, že žebra jsou samostatné útvary, které vznikají ve vazivových septech mezisvalových a které se sekundárně později přičleňují k příčným výběžkům nebo k tělům neb horním obloukům obratlů. Schultz, Gegenbauer a Schauinsland odvozují žebra od doleních oblouků obratlových; jsou to výrůstky doleních oblouků primitivních obratlů a jsou útvary segmentálními. Každé žebro se vztahuje ke kaudálnímu oddílu příslušného prvosegmentu.

Pro vývoj žeber u člověka nalezneme nejnovější a nejdetailnější údaje v knize Keibel-Mallově a sice v pojednání Ch. R. Bardeenově o vývoji skelettu a vaziva.*) Bardeen sleduje vývoj páteře a hrudníku ve třech periodách: blastemové, chrupavkové i kostěné. Žebra v periodě první jsou zcela a všechna založena u zárodků lidských 11 mm. dlouhých; u zárodků dlouhých 7 *mm* ještě scházejí. Lze tedy souditi, že se zakládají u zárodků asi 8—9 *mm* dlouhých. Poučné pro toto jsou schematické obrázky Bardeenovy na str. 334. (obr. 231

*) **Keibel-Mall: Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. I B. pag. 296-456. 1910.**

a 232) jakož i obrazy modellů ze stadia blastemového na str. 338 (obr. 240, embryo 7 *mm* dl., obr. 243, embryo 9 *mm* dl. a obr. 246, embryo 11 *mm* dl.).

Možno pokládati za jisté, že processus costales u stadia blastemového jsou založeny u všech skleromerů u stadia 8 *mm* dlouhého a že ke konci prvního měsíce u stadia 9 *mm* dlouhého počíná differencování prvoobratlů thorakálních od krčních a bederních v tom směru, že processus costales u skleromerů hrudních silně se vyvinují, takže u stadia 11—13 *mm* jsou velmi dlouhé, jak Bardeenovy obrazce 232 a 239 znázorňují.

V každé polovici blastemového obratle vystoupí současně tři primární centra chondrifikační, jedno pro processus neuralis, druhé pro processus costalis a třetí pro tělo obratle. Možno ihned poznamenati, že při nastoupení ossifikace shoduje se umístění center ossifikačních s centry chondrifikačními. Processus costales blastemové začnou chondrifikovati u stadia dlouhého asi 12—13 *mm*. Distální konce jejich rostou velice rychle ventrálně, což vysvítá ze srovnání prvních dvou modellů Müllerových, z nichž první náleží embryu 13 *mm* dluohému a druhý embryu 17 *mm* zdélí. Chrupavková žebra, která vznikají v blastemových kostálních výběžcích prvoobratlů, jsou oddělena od obratlů hustou tkání a později se vytvoří klouby a vazy. Blastemové distální konce žeber mají nejprve směr horizontální, na další jich růst však mají vliv srdce a játra. Distální blastemové konce žeber spojují se blastemovou tkání v sternální lištu u stadia 17 *mm* dlouhého. Tato lišta splývá proximálně se základem klíčku a sahá distálně až k blastemu sedmého žebra. Srůst konců dalších, distálněji uložených, pravých žeber v sternální lištu neděje se vždy v pravidelném sledu. Osmé žebro jest spojeno s blastemem sedmého a deváté s osmým; desáté se upevňuje na deváté. Toto spojení se děje v druhé polovici druhého měsíce a sice nejprve přikloněním konce jednoho žebra k předcházejícímu a teprve později se spojují také kraje žebra. Když srdce vstoupí do thoraxu, spojují se kraniální konce sternálních lišt navzájem a tak jest dán základ sternu (embryo 32 *mm*). Někdy nastoupí srůst kaudálně dříve než uprostřed sterna. *Processus ensiformis* vzniká srůstem pruhů, uložených kaudálně od každé sternální lišty; osmý pár žeberní se

na jeho vzniku neúčastní. Chondrifikace v sternálních lištách nastupuje, když se vytvořuje nepárové sternum. Chondrifikace přestupuje podle Müllera ze žeber i na sternum a oddělení chrupavčitých žeber od sterna nastoupí sekundárně; jiní badatelé udávají pro sternum vlastní chondrifikační centra.

U žeber stejně jako u obratlů a kosti hrudní se rozeznávají primární a sekundární ossifikační centra. Primární se objevují za doby embryonální, sekundární teprve dlouho po porodu. Ossifikace žeber počíná se dříve než v obratlech. Ke konci druhého měsíce vystupují v šestém a sedmém žebru ossifikační body, které se pak objeví rychle také v ostatních žebrech. Ossifikační centrum v prvním žebru se vytvoří obyčejně dříve než ve dvanáctém; na konci druhého měsíce jsou centra ona ve všech žebrech přítomna, pouze ve dvanáctém někdy se dostaví o něco později.

Body ossifikační vznikají v blízkosti úhlu žeberního a šíří se rychle směrem k hlavičce i ve směru k sternu. Ke konci čtvrtého měsíce jest poměr kostěného žebra k chrupavce žeberní asi stejný, jako u dospělého. Sekundární centra vystupují za doby puberty a sice jedno pro kloubní plochu hlavičky, jedno pro kloubní plošku tuberkula a jedno pro část tuberkula, která se neúčastní kloubu. Často se zdá, že na tuberkulu jest pouze jedna epifysa; tuberkulum 11. a 12. žebra nemá obyčejně žádné epifysy. Spojení epifys s tělem žebra nastává po 20. roce, spojení epifysy a hlavičky až po 24. roce.

Ossifikační centra žeber mají charakter subperiostální.

Původně byly patrně všecky obratle opatřeny žebry. Později žebra někde vůbec odpadla, jinde se záhy sloučila s částmi obratlů. Tak srostou na př. krční žebra záhy a úplně s obratlem a v krajině lumbální, sakrální a ocasní obsahují u všech amniot příčné výběžky obratlů žebra, která dříve nebo později s nimi srostla. Jest známo, že na takových místech, kde žebra byla potlačena, výminečně někdy přece opět vystupují.

O šíření se ossifikace v žebrech udává Bade, že ossifikace postupuje od centra směrem dorsálním rychleji k střední čáře, než na straně ventrální a že ossifikační hranice na dorsální straně jest u všech žeber stejně vzdálena od střední

roviny neb od postranních oblouků příslušných obratlů, kdežto ossifikační hranice konců ventrálních jest od spodní roviny vzdálena nestejně. Ossifikační hranice prvního žebra jest mediální rovině nejbližší, u posledního žebra nejvzdálenější. Bade udává, že na konci 14. týdne nastoupí ossifikace u všech žeber.

Minot poznamenává, že každé primitivní žebro se differencuje během vývoje ve tři části: proximální kostěnou (t. j. vlastní žebro anatomů), střední, chrupavkový oddíl (t. j. chrupavka žeberní) a distální, sternální nebo ligamentosní část.

Pozorování moje se vztahuje na některé detaily ossifikačního pochodu v žebrech lidských embryí od polovice třetího měsíce embryonálního až do narození.

## Vlastní pozorování.

Studium průběhu ossifikace žeber jest velice usnadněno tou okolností, že ossifikace v jednotlivých žebrech nastupuje v nestejné době, takže zhotovíme-li serii příčných řezů levou nebo pravou polovicí stěny hrudníku ze zárodku člověka ze 3. nebo 4. měsíce vývoje embryonálního, nalezneme na řezech jednak žebra s pokročilou ossifikací, jednak žebra s počínající ossifikací, jednak také žebra dosud chrupavčitá. Není proto třeba pátrati po takovém stadiu, kde by ossifikace právě začínala, protože u embryí ze 3. měs. i ze začátku 4. měs. na seriích příčných řezů stěnou hrudníku lehko vyhledáme žebra hoření nebo spodní, ve kterých jest ossifikace ve stadiu počátečném, kdežto v žebrech 6. a sousedních jest pokročilejší.

### Embryo ze 4. měs., 12·5 *cm* dlouhé.

Přistoupím proto ihned k popisu význačných stadií ossifikace 6. žebra levé strany zárodku lidského ze 4. měs. (délka 12·5 *cm*). Celá serie provedena byla ve frontální rovině, takže přední a zadní konec žebra zasaženy jsou více podélně, kdežto postranní část žebra jest zasažena příčně.

Na frontálním řezu žebrem, kde jest zasaženo spojení jeho s chrupavkou sternální jest chrupavka žeberní malo-

buněčná a obalena jest perichondriem, které směrem laterálním se stlušťuje na hoření straně žebra a postupujíc od sterna na stranu laterální se rozšiřuje a rozdvojuje ve 2 vrstvy. Na spodní hraně žebra jest perichondrium zbarveno intensivně červeně fuchsinem.

Na dalších řezech, na kterých chrupavka žeberní byla zasažena již příčně, jest složena z buněk, mezi kterými jest zcela nepatrně hmoty mezibuněčné a buňky uloženy jsou, zvláště pod perichondriem, do řad rovnoběžných s perichondriem. Perichondrium na pleurální straně barví se intensivně červeně, kdežto na straně laterální barví se méně intensivně; na laterální straně začíná se v něm vytvořovati zona řídkého vaziva.

Obr. 1. na tab. I. znázorňuje poměry na dalších řezech. Chrupavka se stává zvláště v centru velkobuněčnou, hmoty základní přibývá, perichondrium se rozestoupilo ve 2 zony, jednu těsně při chrupavce a druhou periferní; mezi oběma zonami hustého perichondria je zona řídkého vaziva. Na mediální straně vnitřní vrstvy perichondria objevuje se intensivně se barvící proužek. Tento proužek stává se zvláště na některých praeparátech velmi patrným svou lesklostí, takže jest možno nazvati ho svítícím proužkem. Proužek tento jest prvním zjevem, kterým se ohlašuje ossifikace žebra. Jedná se patrně o zvápenatění perichondria v těchto místech, kterážto přeměna podmiňuje ono intensivní zbarvení. Proužek tento rozšiřuje se nahoru a dolů tak, že po čase vidíme, že celé perichondrium kol chrupavky jest zvápenatělé, a záhy že na něm se objevují osteoblasty, které způsobují růst perichondrální kosti do zony řídkého vaziva, která jest uložena mezi vnitřní a zevní vrstvou perichondria.

Další řezy v serii vykazují takové pokročilejší stadium, ve kterém vidíme uvnitř velkobuněčnou chrupavku, určenou k destrukci, zevní perichondrální prstenec kostěný, pak zonu řídkého vaziva a konečně zevní vrstvu hustší perichondria. V tomto stadiu tedy představuje žebro rourovitou kost, jejíž vnitřek vyplněn jest chrupavkou (obr. 2.).

Na dalších řezech přistupuje nový zjev, se kterým vždy při ossifikaci žebra se setkáváme. Kostěný prstenec rozšiřuje se mohutně zvláště na hoření hraně a kromě toho otvírá se

na pleurální straně z počátku nepatrným okénkem, které se však později, jak uvidíme, rozšiřuje v široká vrata. Tímto okénkem vniká do velkobuněčné chrupavky, která se dosud nalézá uvnitř žebra, mladá, embryonální dřeňová tkáň, která chrupavku rozrušuje počínajíc od pleurální strany (obr. 3.). To dobře jest viděti na obrazci. Kromě toho vidíme na tomto obrazci, že ona zona řídkého vaziva mezi vnitřním, nyní již skostnatělým perichondriem a mezi zevní vrstvou perichondria jest mohutná, široká, zvláště při hoření hraně.

Na obrazci 4., kde žebro zasaženo jest podélně řezem frontálním, vidíme jednak, jak chrupavka velkobuněčná přechází směrem k pateři v obyčejnou chrupavku embryonální malobuněčnou, vidíme, jak, postupujíc z prava na stranu levou, vrstva skostnatělého perichondria se stenčuje, jak dále v tomtéž postupu zona intraperichondrální řídkého vaziva se súžuje tak, že na levém konci při páteři po vymizení této zony obě vrstvy perichondria opět se scházejí a spojují ve vrstvu jedinou právě tak, jak to vidíme na konci předním žebra při spojení s chrupavkou sternální.

Na četných jiných seriích od embryí mladších než jest právě popsané, nebo o něco starších možno viděti ještě některé další detaily v počátku ossifikace, na které si proto dovoluji ještě poukázati.

### Embryo ze 3. měsíce 7 *cm* dl.

Zde vidíme na příčných řezech chrupavkou žeberní tam, kde začíná právě ossifikovat, že onen lesklý proužek na pleurální straně jest někdy zprohýbán jedním anebo dvěma zářezy, kteréžto se v dalším vývoji přemění ve skuliny neboli okénka, kterými vniká pak do vnitř dřeňová tkáň, aby rozrušila chrupavku velkobuněčnou. Serie tato zároveň dokazuje, že ossifikace v 5. a 6. žebru jest nejpokročilejší. Na příčných řezech ossifikujícím žebrem, vidíme jednak na pleurální straně okénko se vnikající tkání dřeňovou, jednak růst spodní hrany žeberní do zony intraperichondrální. Na řezech dalších otvírá se okénko ve vrata a kromě toho začíná růsti také intensivně hrana horní. Ještě na dalších řezech rozšíří se vrata na pleurální ploše tak, že žebro nabude typického tvaru podkovy, otevřené směrem k dutině pleurální, kterážto podkova

vyplněna jest chrupavkou velkobuněčnou; do této chrupavky vniká z pleurální strany dřeňová tkáň. Postupujeme-li v serii k dalším řezům shledáme, že podkova začíná se opět uzavírat tak, že při pateři nalezneme opětně prstenec kostěný kolem velkobuněčné chrupavky a na posledních řezech vidíme pouze chrupavku s perichondriem tak, jako na řezech koncem předním. —

Embryo ze 3. měsíce 7·5 *cm* dl.

Serie tato zbarvena byla směsí Biondiovou, takže chrupavka zbarvena jest zeleně, kost intensivně červeně, vazivo, svalstvo méně červeně, krev v cévách oranžově. Tato methoda barvící hodí se zde k tomu cíli, aby zjištěn byl moment, ve kterém nastupuje zvápenatění perichondria na pleurální ploše žebra a vzniknutí dříve popsaného lesklého proužku. Proužek barví se totiž intensivně karmínově, kteréžto zbarvení vzniká tím, že zvápenatělé perichondrium barví se současně i fuchsinem a oranží. Na zadnějších řezech, v kterých nalézáme vytvořené okénko na pleurální straně žebra, jest možno pozorovat změnu chemické reakce, která nastupuje při vnikání dřeňové tkáně okénkem do velkobuněčné chrupavky. Kdežto původně jest chrupavka basofilní a barví se methodou Biondiovou zeleně, vidíme, že basofilie její mění se vnikáním dřeňové tkáně v acidofilii, takže na praeparátech těch vidíme jako by do velkobuněčné chrupavky na pleurální straně vnikal požár.

Embryo z 3. měsíce 7·5 *cm* dl.

Zhotovil jsem z několika žeber tohoto embrya serie horizontálních řezů, na kterých viděti jest vznik a rozvoj lesklého proužku na ventrální ploše žebra postupujíc od konce sternálního do zadu. Rovněž tyto řezy ukazují první okénka v onom lesklém proužku na pleurální ploše žebra a vnikání dřeňové tkáně do velkobuněčné chrupavky.

Embryo z počátku 4. měsíce 9·5 *cm* dl.

Serie tato obsahuje příčné řezy 10. a 11. žebrem pravé strany a co za upozornění stojí jest toto: Na příčném řezu předním koncem 11. žebra vidíme jednak vznikání lesklého

proužku na ventrální straně žeberní chrupavky, jednak vidíme vytvořování arkádovitých obloučků na periferii chrupavky při perichondriu. Ony arkádové oblouky jsou známky direktní chondrifikace vaziva perichondrálního. Kromě toho jest krásně viděti na této serii růsti horní i dolní hranu žeberní, dále rozrušování chrupavky velkobuněčné dřeňovou tkání a konečně ještě jeden nový zjev, totiž otvírání dutiny kostní také na laterální straně. Cévstvo, které do dutiny žebra vniká, jest v přímém spojení s arterií a venou interkostální, jak na četných řezech této serie jest možno se přesvědčiti.

Embryo ze 4. měsíce, 12 *cm* dl.

Z této serie příčných řezů sluší se zmíniti o tom, že lesklý proužek na pleurální straně žebra záhy po svém vzniku se rozštěpuje ve 2 proužky oddělené zonou světlou, která jest ve spojení se zonou intraperichondrální. Rozštěpení proužků nastupuje však pouze někdy a při tom centrální část jest počátkem pro kost perichondrální, kdežto druhá polovice rozštěpeného proužku, která jest ve spojení s periferní vrstvou perichondria, svoji lesklost a barvitelnost později ztrácí.

Totéž embryo; serie řezů horizontálních.

Na řezu horizontálním, který zasáhne přední konec žebra až tam, kde na pleurální straně objeví se v lesklém proužku okénka pro vstup tkáně dřeňové do chrupavky, všimneme si jednak perichondria, jednak vnitřního uspořádání chrupavky. Na předním konci vidíme malobuněčnou chrupavku s buňkami nepravidelnými, roztroušenými, kol níž nalézá se normální perichondrium. Směrem v zad počíná záhy na pleurální ploše světlý proužek, který zasažen jest na horizontálním řezu podélně, na zevní ploše žebra jest vazivové perichondrium, vlnitě probíhající. Směrem v zad přeměňuje se chrupavka nepravidelně uspořádaná v chrupavku s buňkami a pruhy základní hmoty, určitě orientovanými. Podlouhlá osa buněk i trámců směřuje od pleurálního perichondria k perichondriu zevní plochy. V určitém místě vidíme, že jednak proužek na pleurální ploše žebra se stlušťuje, jednak perichondrium zevní že tvoří zářez do chrupavky, takže v tom místě povstává sú-

ženina chrupavky, kterou možno nazvat krčkem ossifikačním. Od tohoto krčku směrem v zad vidíme dvě změny; jednak v perichondriu se objevuje osteogenní vrstva a sice na straně pleurální i na straně zevní, kterážto se směrem do zadu stlušťuje. Zároveň na straně laterální vystupuje v perichondriu určité rozdělení ve 3 zony, totiž zonu osteogenní, zonu vaziva řídkého, do které kost se šíří a zonu zevního vazivového perichondria. Jednak vidíme na chrupavce, že za krčkem orientace trámců ve směru dorsoventrálním pozvolna se ztrácí, chrupavka se stává velkobuněčnou, až konečně veškerá orientace vymizí a chrupavka jest rušena mladou dřeňovou tkání, vnikající okénkem na pleurální ploše žebra.

Embryo ze 4. měsíce, 12·5 *cm* dl.

Serie tato zhotovena byla v rovině tangentiální, rovnoběžně se střední sagittalní rovinou těla zárodku tak, že zasažena byla žebra podélně v rovině vertikální. I na této serii viděti jest dobře krček ossifikační, tvořený zářezem perichondria na horní i dolení hraně žebra. Dále vidíme zde dobře, jak postupuje differencování perichondria, prohlížíme-li řez od ventrálního konce k dorsálnímu, na 3 zony osteogenní, řídkou intraperichondrální a zevní vazivovou. Rovněž na chrupavce viděti jest přeměna malobuněčné chrupavky embryonální v chrupavku orientovanou a přechod této do chrupavky velkobuněčné.

Embryo ze 4. měs. 14 *cm* dl.

Byla řezána současně 4 žebra a serie zbarvena haematoxilinem a eosinem.

Na prvních řezech vystupuje na pleurální straně světlý proužek barvící se značně eosinem. Perichondrium na obou hranách jest široké a chrupavka zasažena jest na řezu ve formě, kde hmota mezibuněčná jest vyvinuta ve tvaru trámců orientovaných na některých místech dorsoventrálně.

Na dalších řezech chrupavkové buňky se zvětšují, orientace trámců mezibuněčné hmoty ve směru dorsoventrálním mizí. Na straně pleurální rozestupuje se perichondrium ve světlý proužek, který se šíří kolem celého žebra a ve vazi-

vové perichondrium. Na obou hranách vidíme osteogenní vrstvu perichondria, pak širokou zonu řídkou a od ní zevní, hustší vazivové perichondrium.

Další řezy v serii obsahují chrupavku velkobuněčnou beze vší orientace, osteogenní kruh perichondrální vytvořen jest již kolem celého žebra. Nejtlustší jest kostní proužek na plošc pleurální a na obou hranách. Na straně laterální jest ještě tenký. Ossifikace perichondrální postupuje ve vazivu zvláště na hranách, takže jest viděti již vznik dalších trámečků kostěných.

Jeden z dalších řezů, znázorněný na obr. 5. jest mnohem pokročilejší. Vidíme, že perichondrální kostěný kruh zmohutněl a zvláště na hranách že roste do zony intraperichondrální. Kromě toho však pozorujeme na tomto řezu prvé okénko na pleurální ploše žebra, kterým počíná vnikati mladá dřeňová tkáň do velkobuněčné chrupavky.

Obr. 6. znázorňuje žebro, jehož kostěná část má tvar podkovy, otevřené směrem k dutině pleurální a vyplněné zbytky destruované chrupavky a mladou dřeňovou tkání.

Na dalších řezech dorsálních postoupí ossifikace enchondrální poněkud dále, takže uvnitř perichondrální kostní podkovy vidíme nepravidelnou, chobotnatou kost enchondrální. Kost tato mnohdy na příčném řezu tvoří ostrůvky nepravidelné uvnitř dřeňové hmoty, která vyplňuje prostor podkovy.

Obr. 7. zasahuje žebro ještě blíže k páteři a vidíme tam zvápenatělé trosky chrupavčité obložené kostí enchondrální a kol nich podkovu perichondrální, šířící se směrem zevním do vaziva.

Na dalších řezech stenčuje se kost perichondrální a uvnitř začíná se objevovat chrupavka velkobuněčná, takže konečně zcela blízko u páteře setkáme se s obrazci takovými, jaké jsou znázorněny na obrazci 6. a 5.

### Totéž embryo; serie řezů horizontálních.

V této serii najdou se řezy, kde ossifikace žeber postoupila tak daleko, že ve střední části těla žebra nacházíme pouze kost perichondrální, kdežto směrem ke konci sternálnímu i páteřnímu objevuje se také v ostrůvcích kost enchondrální a ko-

nečně při konci sternálním i páteřním nalézáme na povrchu kost perichondrální, uvnitř chrupavku.

Totéž embryo; řezy příčné, barvené podle Biondiho.

Řezy této serie jsou velice instruktivní pro seznání, jak se během ossifikace mění reakce chrupavky. Kdežto na řezech, kde kolkolem jest prstenec perichondrální, nalézáme uvnitř chrupavku zeleně zbarvenou, tedy basofilní, vidíme na řezech dalších, kde okénkem na straně pleurální vstupuje do vnitř tkáň dřeňová, že mění se reakce chrupavky v blízkosti této tkáně, neboť chrupavka se barví červeně, tedy acidofilně. Vypadá to tak, jak již dříve bylo řečeno, jako by okénkem oním vnikal do chrupavky požár.

Embryo člověka ze 4. měs., 13 *cm* dl.

Od embrya tohoto zhotovil jsem serii 6., 7. a 8. žebrem pravé strany a zbarvil směsí Biondiovou. Uvedu zde pouze některé další zjevy, které na obraze 5.—7. nevystoupily.

Předně viděti jest tu a tam, že dutiny dřeňové v kosti perichondrální otvírají se do centrální dutiny, kde byla dříve chrupavka. Dále vidíme, že na řezu, ve kterém 6. a 7. žebro právě nabylo tvaru podkovy, jest 8. žebro ještě kruhem. Směrem dorsálním postupujíce v serii dojdeme k řezům, kde žebro tvořeno jest čím dále, tím více pouze kostí perichondrální, kdežto chrupavka a vznikající ostrůvky kosti enchondrální, jsou ze žebra na stranu pleurální více a více eliminovány, až konečně dojdeme k řezům, kde žebro jest tvořeno skoro pouze kostí perichondrální. Tato kost ukazuje jednu zajímavost a sice to, že trámce kostní, které vyrůstají od kostního perichondrálního prstence, dávají poznat určitou orientaci a sice horizontální a navzájem rovnoběžnou. Budu míti příležitost v jiné práci tímto zjevem se blíže obírati.

Na řezech, které blíží se k páteři, objevují se zase při kosti perichondrální na její mediální, či pleurální straně ostrůvky kosti enchondrální a konečně při páteři jest kost perichondrální vyplněná chrupavkou.

Zárodek člověka ze 7. měsíce, 34 *cm* dl.

Serie tato obsahuje příčné řezy druhým žebrem pravé strany. Fixace provedena formalinem, tvrzení v líhu po 14 dnů a řezy z parafinu barveny methodou Biondiovou.

Typické řezy z této serie vybrány jsou a znázorněny na tab. II., č. 8—11.

Na předních řezech vidíme malobuněčnou chrupavku sklovitou, obklíčenou vazivovým perichondriem, které na jednotlivých místech souvisí s acidofilními pruhy, jež se objevují pod perichondriem v základní hmotě chrupavky, jsouce rovnoběžny s povrchem. Pruhy tyto jsou známkou apposionelního růstu chrupavky na povrchu chondrifikací perichondria.

Na dalších řezech přeměňuje se chrupavka malobuněčná v chrupavku velkobuněčnou a sice hlavně na periferii žebra, kdežto v centru obsahuje buňky menší a méně četné. Perichondrium se rozestupuje ve známé 3 zony, z nichž zona ossifikační jest již zřejmě vyvinuta a jeví tendenci růsti do zony intraperichondrální. Zona posledně jmenovaná jest široká a přechází zvláště na hranách do třetí zevní zhuštěné části perichondria.

Obrazec 8. znázorňuje žebro v takovém stadiu, kde kolkolem vytvořen jest kostěný pruh perichondrální, který se šíří do zony intraperichondrální a vnitřek vyplněn jest zcela chrupavkou.

Další řezy jeví první stopy rozrušování chrupavky velkobuněčné, které jest způsobováno mladou tkání dřeňovou, jež se sem dostává nikoliv okénkem v kosti perichondrální, nýbrž z partií dorsálnějších. Destrukční pochod v chrupavce postupuje velice rychle, takže na jednom z dalších řezů vidíme již poměry, jak znázorněny jsou na obr. 9.

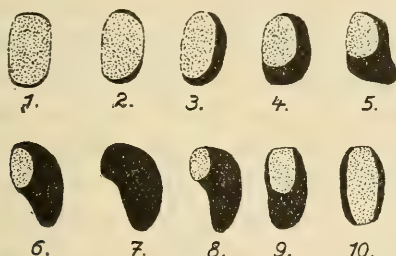
Uprostřed řezu vidíme poslední zbytek chrupavky, kdežto periferie jest vyplněna mladou dřeňovou tkání a zbytky, neboli troskami zvápenatělé základní hmoty chrupavčité, na kteréžto trosky usazují se osteoblasty a vytvořují první trámečky kosti enchondrální. Praeparáty jsou daleko názornější než obrazce, protože po použití barviva Biondiova docílíme krásného differencování: trosky chrupavky barví se intensivně zeleně, mladá kost červeně a buňky dřeňové oranžově.

Na dalších řezech vidíme, že chrupavka úplně zmizela a vnitřek perichondrálního kostěného kruhu vyplněn jest zcela trámečky kosti enchondrální se zbytky chrupavky a mladou dřeňovou a ossifikační tkání. Při tom vidíme, že pleurální polovice jest vyplněna hustší tkání než polovina laterální.

Ještě dorsálnější řezy ukazují, jak perichondrální kruh začne se na pleurální straně žebra otvírati tak, že vzniká nejprve okénko a později široká vrata, kterými kommunikuje vazivo perichondrální s tkání enchondrální. Podobné otevření perichondrálního kruhu, ale v míře mnohem menší, může nastoupiti na straně laterální žebra. Na dalších řezech vidíme perichondrální kost opětně ve tvaru podkovy, která jest otevřena směrem k dutině pleurální a vyplněna jest trámci kosti enchondrální, v nichž zbytky chrupavkové stále lze viděti. Mezi obojími součástkami žebra jest zachována přesná hranice, kterou možno sledovat na obr. 10 i 11. Kost enchondrální tvoří jednak ploténku subchondrální, která se přikládá ku kosti perichondrální, jednak trámce, které od této subchondrální ploténky v různých směrech vycházejí. Dutiny dřeňové kosti enchondrální a perichondrální jsou od sebe odděleny a výminečně zasahuje dutina enchondrální až do kosti perichondrální. Na pleurální ploše žebra trčí trámce enchondrální kosti volně do zony intraperichondrální, nejeví však takovou tendenci k růstu, jako trámce kosti perichondrální, omezujíce se na prostor, který byl vyplněn dříve chrupavkou a jen tu a tam se zdá, že šíří se kost enchondrální do vaziva. Tendence růstu trámců perichondrálních jest daleko bujnější, takže záhy na dalších řezech vidíme, že kost perichondrální zmohutněla a svým kvantem na příčném řezu daleko předčí kost enchondrální. Při tom poznamenávám, že lze pozorovat určitou orientaci trámců, zvláště v kosti perichondrální a tu a tam i v kosti enchondrální. Orientace tato jest ve směru dorsoventrálním. Ossifikace perichondrální zasahuje vazivo velmi rychle, takže lze viděti souvislost mezi vlákny vazivovými a vlákny již pojmutými do kosti. To zvláště jest patrno na obrazci 12 a 13 tabulky II., kde vidíme, jak buňky vazivové jsou rychle obkličovány hmotou kostní. Zdá se, že máme tu co činiti s metaplasií vaziva, ke které se teprve později přidruží kost neoplastická, vytvořená osteoblasty.

Zatlačování kosti enchondrální postupuje velmi rychle, takže na obrazci 11. vidíme již pouze zbytek enchondrální kosti, oddělený světlým obloučkem od kosti perichondrální. Zbytek onen nalézá se na obrazci 11. na pravo nahoře.

Zhotovil jsem z téhož zárodku ještě řadu serií různými žebry v různých rovinách a sice serii 8. žebrem levé strany v horizontální rovině, serii 9. žebrem levé strany v rovině frontální a serii 7. žebrem na řezech příčných.




Z těchto zajímavá jest hlavně serie v rovině horizontální a frontální, protože na ní viděti jest dobře jednak ossifikační krček žeberní chrupavky, o kterém nahoře jsem se zmínil, jednak přeměnu chrupavky během ossifikace.

Nejstarší stadium, kterým jsem se obíral, pochází již od novorozeného dítěte a sice jest to serie 6. žebrem levé strany dítěte 6 dnů starého a serie 10. žebrem levé strany dítěte 3 dny starého.

Na serii příčných řezů 6. žebra levé strany dítěte 6 dnů starého (fixace byla provedena formalínem, tvrzeno v líhu a barveno podle Biondiho) poznáváme následující stav: Na prvním řezu, ve kterém vymizela již chrupavka a její místo zaujala enchondrální kost, obsahující zbytky chrupavkové, vidíme pouze malý proužek kosti perichondrální na hoření a dolní hraně žebra tak asi, jak to znázorněno v textu na obr. 1. Na dalších řezech přibývá pozvolna kosti perichondrální tak, že ve vzdálenosti asi 1·2 *cm* od sternálního konce chrupavky žeberní vidíme stav znázorněný na obr. 2. v textu. Na příčném řezu, vzdáleném od předního konce chrupavky žeberní asi 2 *cm* (obr. 3.), tvoří kost perichondrální již tenký obloušek. Na laterální straně žebra kost tato zaujímá asi $^1/_3$ příč-

ného průřezu, kdežto $^2/_3$ vyplněny jsou kostí enchondrální. Na řezu, vzdáleném asi 2·7 *cm* od předního konce, vidíme poměr kosti perichondrální a enchondrální, jak znázorňuje obr. 4. Obrazec 5. značí řez, vzdálený od řezu obrazce 4. asi 3 *mm*. Kost enchondrální tvoří zde asi $^1/_2$ plochy řezu, kdežto druhá polovina vyplněna jest kostí perichondrální. Na řezech dorsálně uložených přibývá stále kosti perichondrální, kdežto kost enchondrální se uchyluje na pleurální stranu blíže horní hrany žeberní. Obraz 6. znázorňuje řez vzdálený od předního konce žebra asi $3^1/_2$ cm. Kost enchondrální tvoří nepatrný zbytek na pleurální straně žebra, kdežto ostatní část řezu vyplňuje kost perichondrální. Na dalších řezech konečně vymizí úplně kost enchondrální a veškeré řezy, ve vzdálenosti $3^1/_2$ *cm* až 6 *cm* od předního konce žebra jsou tvořeny pouze houbovitou kostí perichondrální, která má obrys, znázorněný na obrazci 7. v textu. Teprve na řezech zcela dorsálních, blížících se zadnímu konci žebra, začíná se objevovat opětně kost enchondrální a sice asi ve vzdálenosti 6 *cm* od předního konce žebra a $1^1/_2$ *cm* od zadního konce žebra. Objevování kosti enchondrální začíná na příčném řezu zase na pleurální straně žebra při horní hraně, jak to jest viděti na obr. 8. a přibývání kosti enchondrální pokračuje velice rychle, takže kost perichondrální tvoří záhy pouze ploténky na laterální a pleurální straně žebra, jak to vidíme na obr. 9. a 10. Zadní hranice ossifikační jest vzdálena od zadního konce žebra asi 5 *mm*.

Na serii zhotovené z 10. žebra levé strany dítěte 3 dny starého pozorujeme podobnou situaci. Příčný řez tohoto žebra má hlavně v prostředních částech corporis costae a v zadních částech jiný obrys; jinak však vidíme, že přední část tohoto žebra od předního konce v délí asi $3^1/_2$ *cm* obsahuje kost perichondrální a enchondrální, další partie od $3^1/_2$ *cm* až 6 *cm* od předního konce žebra tvořena jest pouze kostí perichondrální, kdežto 3. partie mezi 6—$7^1/_4$ *cm* obsahuje zase kost enchondrální i perichondrální.

Vývoj žeber ve věku dětském až do stavu dospělého, jakož i osud kosti enchondrální na předním a zadním konci žeber hodlám sledovati a podati o tom zprávu ve sdělení dalším.

Výsledky dosavadního pozorování jest možno shrnouti následovně:

I. Při vývoji žeber kostěných u lidských zárodků byla zjištěna různá stadia, kterými každé žebro prochází. Vzhledem k příčným řezům z prostřední části corporis costae možno rozeznávati tato 3 hlavní stadia:

1. Stadium kosti perichondrální vyplněné chrupavkou. Stadium toto jest započato vytvořením lesklého proužku na pleurální straně žeberní chrupavky, kterýžto proužek pak se šíří kolem celého průřezu žebra a při tom roste ventrálně i dorsálně. Další etapa jest prstenec kostěný, který se periferně od primárního světlého proužku rozšiřuje do vaziva perichondrálního, při čemž však vnitřek vyplněn jest chrupavkou. Poslední etapa tohoto stadia, která tvoří přechod k následujícímu stadiu, jest stadium podkovy, t. j. otevření perichondrálního prstence na straně pleurální, vznik okénka a později širokých vrátek, takže žebro na příčném řezu má tvar kostěné podkovy, vyplněné chrupavkou.

2. Druhé stadium jest žebro tvořené kostí perichondrální i enchondrální. Okénkem nebo vrátky, o kterých dříve byla zmínka učiněna, vniká totiž do chrupavky mladá dřeňová a ossifikační tkáň, které chrupavku rozruší, takže z ní zbudou pouze známé trámec základní hmoty chrupavkové, na něž se později ukládají vrstvičky kosti enchondrální. K tomu třeba poznamenati, že v první polovici embryonálního vývoje hraje kost enchondrální v žebrech pouze podružnou úlohu, neboť, jak bylo popsáno, tvoří nepatrné trámečky tu a tam uvnitř kosti perichondrální; za to v druhé polovici embryonálního vývoje vzmáhá se kost enchondrální hlavně při přední a zadní hranici ossifikační, tvoříc mohutnou, houbovitou výplň prostoru, který byl dříve zaujat chrupavkou.

3. Ve třetím stadiu kostěné žebro tvořeno jest kostí perichondrální, kdežto kost enchondrální byla úplně eliminována na stranu pleurální, takže u novorozeného dítěte jest celá prostřední část těla kosti žeberní tvořena pouze kostí perichondrální a pouze přední a zadní část se skládá z kosti perichondrální i enchondrální.

II. Co se detailů dotýče, které zjištěny byly při ossifikaci žeber lidských zárodků, dlužno uvésti toto: ossifikace žeber účastní se nejen chrupavka, nýbrž také a v míře stejné,

ba větší, vazivo perichondrální. Ossifikace začíná primární metaplasií vrstvičky perichondria na pleurální ploše chrupavčitého žebra, kterážto metaplasie rozšiřuje se kol celého obrysu příčného řezu žebra, postupujíc současně od prostředku chrupavčitého žebra ku konci sternálnímu i vertebrálnímu. K této primární metaplasii přistoupí teprve sekundární neoplasie kosti na podkladě vaziva. Jakmile se vytvořil metaplastický proužek kostní, rozestoupí se perichondrium ve 3 zony, zonu osteogenní neboli vnitřní, zonu řídkého vaziva, intraperichondrální neboli střední, a zonu hustšího vaziva neboli zevní. Mezi tím chrupavka se teprve připravuje k účasti na ossifikaci. Kost perichondrální vytvořuje výběžky pro hoření a dolení hranu a otvírá se okénkem a později vrátky na stranu pleurální, takže vzniká typické stadium podkovy. Poznamenati sluší, že v pozdější době a sice v 7. měsíci vývojovém možno zjistiti, že perichondrální kost roste do periferie metaplasticky a teprve na kost vytvořenou metaplasticky přímo z vaziva přirůstá další vrstva kosti, vytvořená osteoblasty. O vzniku lesklého proužku při ossifikaci dlouhých kostí zmiňuje se na podkladě pozorování ossifikace u mřenky, mloka, ptáků, ssavců i člověka Janošík, který považuje rovněž první vrstvičku perichondrální kosti za metaplastickou bez účasti tkaniva osteoidního.

Rovněž u některých nižších obratlovců popsána byla stadia při vývoji žeber, která upomínají na poměry zjištěné mnou u člověka. Tak Schauinsland zjistil u *Sphenodona,* že žebro ossifikuje pouze perichondrálně a enchondrální ossifikace během embryonálního života že vůbec nenastupuje. Rovněž u želv bylo zjištěno C. K. Hoffmannem, že zvápenatělá chrupavka žeberní jest úplně resorbována.

Enchondrální ossifikace nastupuje u člověka v žebrech až v druhé polovici embryonálního vývoje, při čemž se pozoruje jednak změna architektury chrupavky, jednak změna reakce tkáně chrupavkové.

Trámce základní hmoty v chrupavce embryonální jsou nepravidelně uspořádány. Chystá-li se chrupavka k ossifikaci nebo k destrukci, pozorujeme vytvoření orientace trámců ve směru dorso-ventrálním. Tato orientace však blíže k hranici destrukční nebo ossifikační opětně se ztrácí. Orientace ve

směru dorsoventrálním jest patrna v chrupavce nejlépe v místě, které označeno bylo za ossifikační krček.

Reakce chrupavky, původně basofilní, mění se v momentu, kde do chrupavky vniká mladá tkáň dřeňová, v acidofilní a pouze zbytky základní hmoty, které pojmuty jsou do kosti enchondrální, zůstávají basofilními.

III. Osud kosti enchondrální vysvítá nejlépe na žebru novorozeného dítěte. Tam seznáno, že prostřední třetina kostěného žebra tvořena jest pouze kostí perichondrální, kdežto kost enchondrální byla pozvolna úplně eliminována na stranu pleurální a současně resorbována.

Žebro zárodku člověka ze 4. měs. představuje nám v prostřední partii své délky kostěnou rouru, která směrem k pateři a k sternu přechází v rouru vazivovou, perichondrální; vnitřek celé této roury kostní i vazivové vyplněn jest chrupavkou. V druhé polovici embryonálního vývoje (7. měs.) představuje nám každé žebro rouru kostěnou, která jest již mnohem delší, jsouc prodloužena až blízko k pateři a ku sternu, kde přechází v rouru vazivovou. Kostěná roura jest však na pleurální straně otevřena širokou skulinou, kterážto skulina se směrem k pateři a ku sternu sužuje, až konečně v předu i v zadu úplně uzavírá. Skulinou onou vniká do kostní roury dřeňová tkáň a destruuje v prvé polovici embryonálního vývoje úplně chrupavku, v druhé polovici vytvořuje processem neoplastickým kost enchondrální. Vytvořená kost enchondrální jest u novorozeného dítěte ve střední části žeberní kosti úplně eliminována; zachována jest pouze na předním a zadním konci žeber. Osud její v těchto částech není dosud znám.

---

**Vysvětlení k tabulkám.**

Tab. I.

Obr. 1.—4. Frontální řezy 6. žebrem levé strany zárodku lidského ze 4. měsíce, dlouhého 12·5 cm.

Obr. 1. Příčný řez chrupavkou žeberní. Perichondrium vykazuje tři zony: vnitřní neboli osteogenní, střední řídkou neboli intraperichondrální a zevní husté perichondrium. Zvětšení Reichert ok. 4, obj. 4.

Obr. 2. Příčný řez stadiem kostěnochrupavčitým. Kolem prstenec kosti perichondrální, uvnitř velkobuněčná chrupavka. Zvětšení totéž.

Obr. 3. Příčný řez stadiem kostěno-chrupavčitým. Na pleurální straně vzniká v kostěném prsténci okénko. Hoření hrana žebra roste do perichondria. Zvětšení totéž.

Obr. 4. Frontální řez zadní partií žebra. V pravo stadium kostěno-chrupavčité; v levo při páteři chrupavka s perichondriem. Zvětšení jako u obr. 1.

Obr. 5.—7. Příčné řezy žebrem zárodku lidského ze 4. měsíce, dlouhého 14 cm (haematoxylin, eosin). Reichert ok. 4, obj. 4.

Obr. 5. Stadium kostěno-chrupavčité s okénkem na pleurální straně.

Obr. 6. Stadium kostěné podkovy perichondrální s troskami chrupavky.

Obr. 7. Stadium kostěné podkovy perichondrální, rostoucí do periferie a dutiny chrupavkové s nepatrným kvantem kosti enchondrální.

Tab. II.

Obr. 8.—11. Řezy druhým žebrem pravé strany zárodku lidského ze 7. měsíce, dlouhého 34 cm (formalin; Biondiovo barvení). Reichert ok. 4, obj. 4.

Obr. 8. Stadium kostěno-chrupavčité.

Obr. 9. Stadium kostěné (perichondrální i enchondrální kost), pouze uprostřed poslední zbytek chrupavky.

Obr. 10.—11. Mohutnění kosti perichondrální a eliminace kosti enchondrální.

Obr. 12. a 13. Růst kosti perichondrální na příčném řezu žebrem zárodku lidského ze 7. měsíce, dlouhého 34 cm. Oba obrazce vzaty jsou z řezu na obr. 10. Zeiss komp. ok. 3, hom. im. 2 mm.

---

## Použitá literatura.


Bardeen Ch. R.: Die Entwicklung des Skeletts und des Bindegewebes. Keibel-Mall-Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. I. B., Kap. X., pag. 296—456, 1910.

Hertwig O.: Handbuch der vergleich. u. experim. Entwickelungslehre der Wirbeltiere.Bd. III., Teil II.

Janošík J.: O tvoření se kosti. Sborník lékařský 1888.

» Anatomie člověka. II. vyd. 1912.

Keibel-Mall: Hanbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. I. B. 1910.

Minot S. S.: Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Německý překlad od S. Kaestnera. 1894.

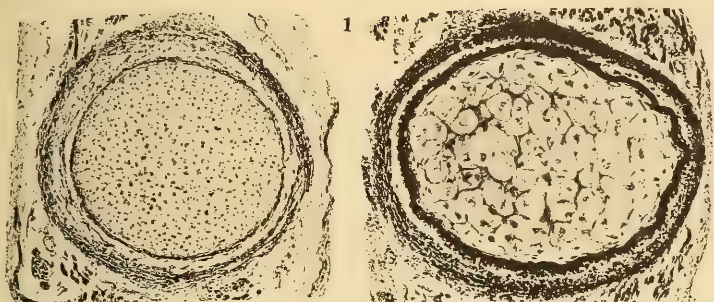
Müller Ch.: Zur Entwicklung des menschl. Brustkorbes. Morph. Jahrb. Bd. 35, pag. 591—696. 1906.

Rauber A.: Lehrbuch der Anatomie des Menschen. VI. A. 1902.

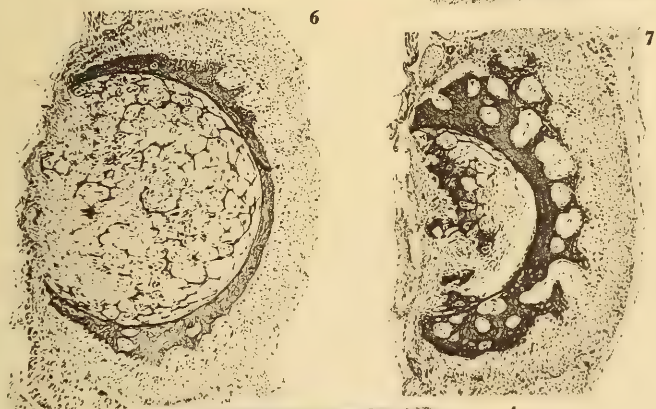
Srdínko O.: Učebnice embryologie člověka i obratlovců. 1912.

Schauinsland Ch.: Die Entwicklung der Wirbelsäule nebst Rippen und Brustbein. O. Hertwig's Handbuch der Entwickelungslehre. III. B., II. T., VI. Kap., pag. 339—572. 1906.

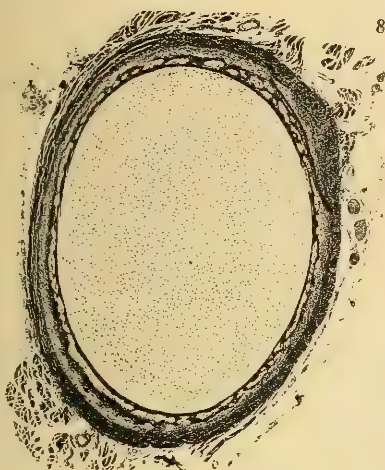

---


1
2


3
5

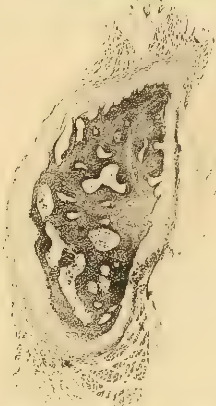

6
7

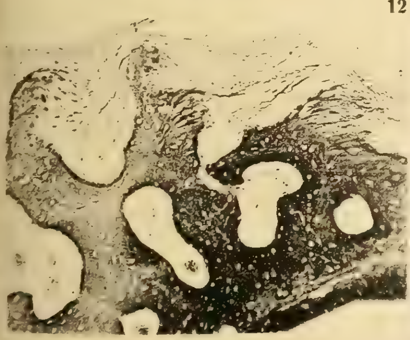

4


8


9


10


11


12


13

XIII.

# Über das Xantholinen-Subgenus Vulda Jacq. Duval (Coleoptera).

Von

Dr. Fr. G. Rambousek

(Aus dem zoologischen Institute der böhm. Universität.)

Mit 1 Tafel.

Vorgelegt in der Sitzung am 1. Mai 1914.

## Vorwort.

Das Genus *Xantholinus Serville* gehört zu einer der schwierigsten Staphylinidengruppen, da einige Repraesentanten namentlich *Xantholinus linearis Oliv.* äusserst variiren, und über die palaearktische Region weit verbreitet sind.

Die Xantholinen zerfallen in einige Gruppen und zu denen gehört auch das Subgenus *Vulda Duval.*

Einige Autoren wollen dieses Subgenus als selbstständiges Genus aufstellen (Reitter und nach schriftlicher Mitteilung auch Dodero) — aber da ich im Folgenden eine Übergangsform beschreibe, möchte ich es vorziehen, *Vulda* als Subgenus bei Xantholinus zu belassen.

Die Zusammenziehung zweier älter Arten oder Genera halte ich für eine für nützlichere Tätigkeit als neue Beschreibungen, mit welchen jetzt insbesondere die lepidopterologische Literatur so überhäuft ist, dass man fast eine jede Art (Sphingidae!) mit einem besonderen Gattungsnamen belegt hat, ohne die Kopulationsfähigkeit zwischen diesen »Gattungen« zu berücksichtigen.

Es wird bald auch unmöglich sein, zwei gleichnamige Individuen zum Beispiel von Parnassius Apollo zu finden und ebenso ist es mit den Beschreibungen insbesondere in der Carabo- und Cerambycidologischen Literatur.

Autoren, die über die Variabilität, über Mendelismus, zoogeographische Verbreitung u. s. w. keine Ahnung haben, suchen aus rein »mihi-süchtigen« Zwecken solche Individuen neu zu benennen, die nur durch ganz geringfügige Merkmale sich unterscheiden.

Reitter hat in seiner ausgezeichneten Monographie: »Bestimmungstabelle der Staphyliniden-Gruppen der Othiini und Xantholinini aus Europa und den angrenzenden Ländern« das genus *Xantholinus* in eine natürliche Reihe von Subgenera zerteilt, daneben aber *Vulda* als selbständiges Genus aufgestellt.

Im Vergleiche zu den anderen Gruppen (Staphylinus, Atheta, Zyras u. s. w.) scheint es doch wohl besser, auch *Vulda* nur als *Subgenus* des Xantholinus gelten zu lassen, da die Gattungsunterschiede (größere und gewölbtere Augen, breitere und längere Flügeldecken, längere Tarsen etc.) nicht so groß sind!

Die Übersicht der Xantholinen-Subgenera ist also folgende:

*Calontholinus* Reitt.

*Nudobius* Ths. (von Reitter mit Recht als *Subgenus* behandelt!).

*Gyrohypnus* Steph.

*Metaclinus* Reitt.

*Milichilinus* Reitt.

*Xantholinus* in spec.

*Typhlolinus* Reitt.

*Typhlodes* Sharp.

*Vulda* Duval.

Die Arten des Subgenus *Vulda* sind bis jetzt nur aus der Provence, aus Italien, Dalmatien und der Türkei bekannt.

Sie leben in tiefen Laublagen (nach Dr. Lokay), in Baumwurzeln, unter der Rinde und in Sümpfen (nach Fauvel).

Da die Arten dieses Subgenus zu den höchst seltenen Käfern gehören, ist über die Larven derselben noch nichts bekannt.

Unzugänglich waren mir die *Fauvel*-schen Typen, so dass mir alle von FAUVEL angegebenen Merkmale nicht genug klar sind, ebenso kenne ich auch den von S. MALCOLM CAMERON beschriebenen *Xantholinus* (*Sbg. Vulda*) *ottomanus* CAM. nicht, da mir der Autor diese in einem einzigen Exemplare bekannte Art nicht zur Ansicht senden konnte.

Zu besonderem Danke bin ich Herrn AGOSTINO DODERO in Genua für die Einsendung des schönen Materiales verpflichtet.

Mein hochverehrter Staphylinenlehrer Herr Dr. MAX BERNHAUER, dem ich diese Arbeit widme, hat die Typen der beiden neuen Xantholinen untersucht und als neue bestättigt.

## Bestimmungstabelle der Arten.

1. — Die Flügeldecken nicht breiter als der Kopf und wenig länger als der Halsschild. Kopf grob punktiert, ohne Metallglanz, das erste Fühlerglied reicht wenig über den Hinterrand der Augen, Beine, ziemlich kurz und robuster gebaut . . . . . . . . 1. **dalmatinus** *n. sp.*

   — Die Flügeldecken breiter als der Kopf und viel länger als der Halsschild . . . . . . . . 2

2. — Die Seiten des Thorax (nach CAMERON) parallel, Kopf und Halsschild schwarz ohne Metallglanz . . . . . . . . . . . 2. **ottomanus** CAMERON.

   — Die Seiten des Thorax hinter der Mitte ausgeschweift, vorne und hinten am breitesten, mindestens der Halsschild braun, mit Metallglanz . . . . . . . . 3

3. — Kopf parallel mit deutlich markierten stumpfen Hinterecken der Schläfen . . . . . . . . . 3. **gracilipes** J. Duval.
— Die Schläfen ohne stumpfe Hinterecken . . . . . . . 4
4. — Die Seiten des Kopfes mehr nach hinten verbreitert, fast parallel, die vorletzten Fühlerglieder nur schwach quer . . . . 4. **angusticollis** Fauvel.
— Die Seiten des Kopfes nach hinten stark verengt, bei den Augen am breitesten die vorletzten Fühlerglieder stark quer . . 5. **Doderoi** *n. sp.*

### 1. **Xantholinus (Vulda) dalmatinus** *n. sp.*

Systematische Stellung

Durch die Kopfbildung, kürzere Tarsen und kürzere Flügeldecken sehr ausgezeichnet und einen deutlichen Übergang zum Subgenus *Vulda Duv.*, das deswegen von den Xantholinen nicht zu trennen ist, bildend.

Der Kopf ähnlich wie bei *Vulda* gebildet, ebenso die Mundteile und die genäherten Fühlerwurzeln, aber die Beine robuster mit kürzeren Tarsen und die Flügeldecken viel kürzer als bei den anderen *Vulden*.

Genaue Beschreibung.

Der Kopf tiefschwarz, hinten braun durchscheinend, Halsschild pechbraun, die Flügeldecken braun mit sehr schwachem Metallglanz, Abdomen schwarz, die Hinterränder der Segmente und die Spitze braungelb. Die Mundteile, Fühler und Beine rötlich.

Der Kopf wenig länger als breit, parallel, mit abgerundeten Hinterecken, vorne dicht, in der Mitte u. hinten spärlicher mit ziemlich groben Punkten besetzt, außerdem namentlich vorne mehr chagriniert. Die Seiten des Kopfes mit circa vier längeren Wimpern und mehreren kürzeren Haaren. Zwischen den 2 Porenpunkten der Stirne, in welche

die von den Augen schräg nach innen gerichteten Furchen einmünden, sehr dicht chagriniert und zwischen beiden Furchen mit einer erhöhten glänzenderen Mittellinie.

Augen ziemlich groß, aber nicht so viel vortretend, *Clypeus* in der Mitte vorgezogen, das Mittelhöckerchen ebenso, die Fühleransätze deutlich überragend.

Die Oberlippe in der Mitte wenig eingeschnitten, nur mit vier längeren Wimpern und mehreren kurzen Haaren.

Die Kiefern mit einem in eine Kante zu deren äußeren Seite verlaufenden Zahn, hinter dem Zahne breit ausgehöhlt und äußerst glatt. Die Unterseite außen von der Basis bis zur Mitte gefurcht.

Das vorletzte Glied der Kiefertaster deutlich länger als das vorhergehende, die Lippentaster gleichen denen des angusticollis.

Das erste schaftförmige Fühlerglied kaum zum Hinterrande der Augen reichend, gegen die Spitze erweitert, das zweite Glied so lang als die zwei folgenden zusammengenommen, das dritte fast noch zweimal so lang als breit, das vierte quer, die folgenden an Breite zunehmend, die vorletzten anderthalbmal so breit als lang, das Endglied kurz, viel kürzer als die zwei folgenden zusammengenommen und stumpf zugespitzt. Die drei ersten, nur mit einzelnen Haaren bedeckten Glieder mehr glänzend als die folgenden, welche dicht mit kurzen Sinnesborsten und spärlicher mit längeren Schutzhaaren bedeckt sind.

Hals kürzer als ein Drittel der Kopfbreite, die Halspartie des Kopfes matt chagriniert, jene des Halsschildes vollkommen glatt.

Der Halsschild fast so lang als der Kopf, im vorderen Viertel am breitesten, von wo er sich geradlienig zum Halse verengt, ist hinter der Mitte verengt an der Basis weniger als vorne erweitert, äußerst stark glänzend, mit 2 unregelmässigen Mittellinien aus 12—14 Punkten, außerdem auf den Vorderseiten und hinten mit einigen ziemlich feinen Punkten. Im vorderen Drittel der Seiten mit einer Borste und mit mehreren kürzeren längst der Seiten. Die Vorderwinkeln des Halsschildes stumpf vorragend und abgerundet.

Die hintere, durch eine Querlinie gesonderte Partie des *Prosternums* triangulär und nach Unten gerichtet, Prosternum mit einer Mittellinie, ziemlich fein rauhkörnig punktiert.

Die *Coxen* der Vorderbeine und Mittelbeine groß, die der Mittelbeine viel größer und viel stärker chagriniert, die Schenkel der Vorder- und Mittelbeine um ein Drittel länger als die Coxen derselben, die Schienen um ein Drittel kürzer als die Schenkel, mit Stacheln und dichten Borsten auf der Apikalhälfte, die einzelnen Glieder der nur die Hälfte der Schienenlänge erreichenden Vordertarsen ziemlich kurz und breit, das Klauenglied so lang als die drei vorgehenden Glieder zusammengenommen. Die Schienen der Mittelbeine ebenso stark behaart und mit Stacheln bedeckt, die Tarsen um ein Viertel kürzer als die Schienen, die zwei ersten Tarsenglieder in der Länge wenig verschieden, die folgenden zwei kürzer als die ersteren und untereinander gleich lang, das Endglied wenig länger als die zwei vorletzten Glieder zusammengenommen.

Die Schenkel der Hinterbeine ein wenig kürzer als die Schienen, welche weniger stark mit Stacheln und Borsten bedeckt sind als die der Vorder- und Mittelbeine. Die Hintertarsen kaum zwei Drittel der Schienenlänge einnehmend, mit ziemlich breiten und gegen das Endglied allmählig kürzeren Gliedern, das Klauenglied bedeutend länger als die zwei vorletzten Glieder zusammengenommen.

H i n t e r b r u s t glatt und mit sehr schwacher mikroskopischer Chagrinierung, mit einem Mittelgrübchen.

Das S c h i l d c h e n fein querrißig.

Die F l ü g e l d e c k e n wenig länger als der Halsschild, mit starken Punkten dicht besetzt, mit 2 nach außen gebogenen Längsfurchen neben der Naht, zwischen denselben glatt.

Das A b d o m e n langgestreckt und gleichbreit, glänzend, fein und weitläufig punktiert, in den Basalfurchen (Querfurchen) fein quer chagriniert. Das letzte Abdominalsegment bis zur Basis tief dreieckig ausgeschnitten.

Long. 7·5 *mm*.

Von dieser Art besitze ich nur ein ♀ aus D a l m a t i e n (ohne nähere Lokalität) stammendes Exemplar.

### 2. **Xantholinus (Vulda) ottomanus** Cameron.

Diese mir unbekannte Art soll sich (nach Cameron) durch die parallelen Seiten des Halsschildes und namentlich durch nicht metallisch glänzenden Kopf und Halsschild unterscheiden.

Da ich aber den Typus nicht gesehen habe und die Beschreibung für diese Monographie sehr wichtig ist, lasse ich hier die Originalbeschreibung*) folgen:

»Head much longer than broad, black, shining with sides parallel; eyes moderately large, distinctly projecting beyond the level of the sides, forehead impressed with two short, shallow, parallel furrows placed close together, not meeting the oblique impression, which starting near anterior margin of the eye, runs backwards and inwards and ends in a setabearing pore; punctuation moderately fine and scattered, closer at the sides, with fine and still more sparing punctures between the larger ones; pubescence yellow, very slight; lateral margins with one or two setae; posterior angles rounded.

Antennae long, red, 1st joint about as long as the three following together, 2nd and 3rd of about equal length, 4th quadrate, 5th to 10th transverse. Thorax much longer than broad, narrower than head and elytra, sides almost parallel behind the anterior angles, which, like the posterior, are obtuse; black and shining, narrowly reddish at posterior margin; puncturation double, consisting of — (1) a row of 8 or 9 punctures on either side of disc, and irregular and sparing punctures at sides; (2) a much finer and sparing puncturation over the whole surface, including the space between the dorsal rows; sides furnished with two long setae — one before and one behind the anterior angles.

Elytra rather longer than thorax, shoulders strongly rounded and slightly widened behind; shining, yellowish red; with irregular rather sparing and shallow pucturation and scanty yellowish pubescence.

Abdomen black, shining, sparingly punctured and pubescent, the apex and hinder margins of the segments reddish; the seventh segment (5th free) furnished at the posterior margin with a narrow white membrane, the last slightly emarginate. Legs red, slender, the middle tarsi as long as the tibiae, the posterior pair nearly as long. Length, 7 mm.

Taken at Beikos, in August, 1903, under a stone. Type in my collection.«

---

*) The Entomologist's Monthly Magazine. Vol. XXIII. 1912, pg. 1.

### 3. **Xantholinus (Vulda) gracilipes** Jacqu. Duval.

Annales de la Soc. Entom. de France 1852, pg. 698, Gen. Col. d'Europe II., pl. 12. f. 56, Fauvel: »Faune gallo-rhénane«, Suppl. pg. 44, Reitter: »Bestimmungstab. Othiini und Xantholinini etc.« Verh. naturf. Vereines, Brünn, XLVI., 1907, pg. 123, Muls & Rey: »Hist. nat. d. Coléopt. de France«, pg. 123.

Habituell mit der Art *angusticollis* sehr übereinstimmend, von derselben aber durch die deutlich markierten stumpfen Hinterecke der Schläfen, durch die mehr queren vorletzten Fühlerglieder, weitläufiger und einfach punktierten, in der Mitte mehr erhobenen Kopf sehr leicht zu unterscheiden.

In der Größe und Punktierung sind *X. gracilipes* Duv. und *angusticollis* Fauvel ziemlich variabel, so dass ich mit den von Fauvel angegebenen Merkmalen nicht übereinstimmen kann.

»Dinstinct d'*angusticollis* par sa taille presque double (die Exemplare des angusticollis aus Bologna sind nicht kleiner!) sa tête plus brillante, plus convex sur le disque, où elle comme relevée en un tubercule obtus, à ponctuation simple (et non double comme chez celui-ci), forte, assez éparse de chaque côté, avec l'espace longitudinal médian très lisse et très brillant (in der Punktierung, wie oben erwähnt, auch sehr variabel!) antennes plus courtes, intervalle des sillons frontaux externes peu densément ponctué, celui des internes à points plus fins, rares; côtés non parallèles, subarqués en arrière des yeux jusque près de la base, où ils sont subanguleux et non arrondis comme chez *angusticollis*; corselet suboviforme allongé, visiblement rétréci-attenué vers le sommet et élargi vers la base (ce qui est le contraire chez *angusticollis*), avec les angles antérieurs bien plus arrondis et attenués, à points moins nombreux, surtout vers les côtés en avant; écusson plus excave longitudinalement avec deux points enfoncés au sommet; élythres un peu plus convexes et plus parallèles; abdomen moins ponctué sur les côtés, à segments plus largement marginés de roussâtre.*) L. 10 mill.«

Duval'sche Original-Beschreibung:

»Corpus nitidum, capite nigro, thorace rufo-piceo, antennarum basi elytris pedibusque rufo-testaceis; capite utrinque crebrius subtiliter punctato, disco subelevato; thorace sparsim subtilissime

---

*) Die Färbungsunterschiede zwischen dem gracilipes und angusticollis sind gar nicht konstant!

punctulato, lateribus parce subtiliusque punctato, seriebus dorsalibus 9—10, elytris crebrius subtiliusque punctatis. Long. 0,0098.«

Die Punktreihen des Halsschildes mit mehr als 10 Punkten.

Im DODEROI'schen Materiale sind zwei aus Nizza (Canal de la Vésubie) und aus St. Martin-Vésubie *(Alpes Maritimes)* stammenden und von A. BUCHET gesammelten Individuen, die nur 9 mm lang sind. Außerdem ist die Art (Typen) aus Aigalades près Marseille (REICHE), Nizza (LINDER). Nach Fauvel lebt diese Art in Sümpfen.

### 4. **Xantholinus (Vulda) angusticollis.** FAUVEL.

*X. gracilipes* in Faune Gallo-rhénane III. pg. 386 = *angusticollis* Fauvel def. em. in Supplément p. 44, Fairmaire, Faune. Ent. Fr., pg. 499 (1), Reitter, Bestim.-Tabellen Othiini u. Xantholinini etc. in Verh. naturf. Ver., Brünn, XLVI., 1907, St. 124.

Glänzend pechbraun mit schwachem Metallschimmer, niedergedruckt, Kopf und Abdomen mit Ausnahme der Hinterränder der Segmente u. der Spitze schwarz.

Der Kopf länger als breit, fast parallel, hinten abgerundet mit leicht erhobener seitlich abgeplatteter Mittelpartie, vorne hinter den Fühlern mit wenig groben in die Länge gezogenen und rauhen Punkten sehr dicht bedeckt, die hintere Partie des Kopfes glatt, mit weitläufigen aber größeren Punkten und mikroskopischer Chagrinierung.

Clypeus vorragend und leicht zugespitzt, die ziemlich vorragende Oberlippe in der Mitte vorne ausgerandet mit sehr langen, bis zur Apikalpartie der geöffneten Kiefer reichenden Borsten.

Die Fühler seitlich des ziemlich engen Clypeus auf einer höckerförmigen Erhöhung eingefügt und an der Wurzel von einander viel weniger als von den Augen entfernt. Die Stirnfurchen sind recht kurz und fast parallel. Die Fühler sind anderthalbmal so lang als der Kopf, mit schaftförmigem ersten Gliede und nach demselben deutlich gekniet, ihr erstes Glied lang, gegen die Spitze verdickt, mit einigen gröberen Punkten und Wimperhaaren. Das zweite Glied ist weniger als ein Drittel des ersten lang und am Ende erweitert ebenso auch das dritte Glied. Das vierte Glied ist noch so lang

als breit, mit kurzen Sinnesborsten namentlich am Ende, und mit einigen Schutzborsten, die viel länger sind, als die kurzen Sinnesborsten, bedeckt. Die weiteren Glieder sind allmählich breiter, dabei aber gleich lang, das vorletzte Glied um ein Drittel breiter als lang, das eiförmige Endglied in dem apikalen Drittel eingeschnürt und äußerst dicht mit den Sinneskörperchen und kurzen Borsten besetzt.

Die Augen klein, so lang als das zweite Fühlerglied.

Die Oberseite des Kopfes ist spärlich bewimpert; größere Wimperhaare befinden sind insbesondere eines hinter den Augen, und ein weiteres in der Mitte zwischen den Augen und dem Halse.

Der Kopf auf der Unterseite mehr platt, in der Apikalpartie zwischen den Kehlnähten vertieft, diese sind anfangs gleichlaufend und in der Mitte des Kopfes verschmolzen. Unter dem Mikroskope erscheint die Oberfläche der Unterseite des Kopfes fein retikuliert mit gröberen, zusammengeflossenen Punkten, die in der Apikalpartie viel gröber sind, dagegen in der Basalpartie herrscht mehr die feinere Retikulation. Der Kopf mit feinen, goldgelben Haaren spärlich bedeckt.

Die Kiefertaster in zwei Vertiefungen eingelenkt, ihr Basalglied rundlich dreieckig, erstes Glied konisch, ziemlich groß, das zweite um ein Drittel kürzer, das dritte noch kürzer als das zweite, das konisch zugespitzte Endglied mehr als um ein Drittel kürzer als das vorgehende.

Das Mentum in der Mitte sehr schwach ausgerandet, die Lippentaster an der Basis einander ganz genähert, zwischen der Basen derselben mit 2 langen Borsten.

Das erste Glied der Lippentaster an der Basis wenig gebogen in gegen die schräg abgestutzte Spitze leicht verdickt, das zweite in der Länge und Form wenig verschieden, doch nicht so viel gekrümmt, das letzte walzenförmige viel schmäler, so lang wie das vorgehende.

Die Zunge nach vorne triangulär erweitert, fein, hautförmig. Die Hypostomen durch die Kehlnähte (suturae gulares) nicht so stark getrennt wie bei anderen Staphyliniden.

Innenlade der Maxillen sehr fein und dicht beborstet, die kräftigen Mandibeln leicht an der Spitze nach innen gekrümmt, an der Basis ziemlich breit, außer der Spitze mit einem kleineren und zwei größeren vollkommen stumpfen Zähnen.

Der Hals ist klein, kaum ein Drittel der Kopfbreite.

Das Halsschild enger als der Kopf, im vorderen Drittel am breitesten, im hinteren am engsten, mit einer Reihe von 12—14 ziemlich starken Punkten, außer derselben vorne mit einer seitlichen schwachen Vertiefung, die viel gröber punktiert ist, und mit einigen Punkten auf den Seiten. In den Vorder- und Hinterwinkeln des Halsschildes mit einigen kürzeren, im vorderen Drittel seitlich mit einem langen Wimperhaare.

Das Prosternum rauh und dicht punktiert, hinten scharf zugespitzt, die Coxen der Vorder- und Mittelbeine groß und fein matt, chagriniert, die Trochanteren klein, die Vorder- und Mittelschenkel einfach, schwach bewimpert, die Schienen der Vorder- und Mittelbeine dicht mit Wimpern bedeckt und namentlich auf den äußeren Seiten und am Ende bedornt.

Das Metasternum glatt und glänzend mit einer sehr zerstreuten Punktierung, in der Mitte befindet sich eine kleinere punktförmige Vertiefung, hinter derselben zwei Kielchen mit Höckerchen.

In diese Randkielchen mit Höckerchen ist das Metasternum zum Schutze der Coxen der Hinterbeine verlängert. Die Coxen sind, mit denen der Vorder- und Mittelbeine verglichen, sehr klein, ebenso sind die Trochanteren klein, aber von denen der Vorder- und Mittelbeine nicht viel verschieden.

Das letzte Glied der kurzen Vordertarsen wenig kürzer als die drei vorhergehenden Glieder zusammengenommen, Klauen einfach. Die Mitteltarsen sind schon viel länger, nur um ein Viertel kürzer als die Mittelschienen.

Das erste Glied der Mitteltarsen ein wenig kürzer als die Mittelschienen. Das erste Glied der Mitteltarsen ein wenig kürzer als das zweite, fast so lang als das dritte, das vierte kürzer als das dritte, das Klauenglied kürzer als die drei vorletzten Glieder zusammengenommen. Die Hintertar-

sen sind um ein Drittel kürzer als die Hinterschienen, die Längendimensionen sind dieselben wie bei den Mitteltarsen, die Klauen sind auch einfach.

Das Abdomen sehr fein und zerstreut punktiert und fein, namentlich in den Quereindrücken, chagriniert.

Länge 7·5—9·5 *mm.*

Diese, unter der Rinde (nach Fauvel) alter Olivenbäume lebende Art kommt in Toscana vor. Ich habe zur Ansicht nur einige aus Bologna-Emilia 25. X. (Muzzi) und aus Alluv. Arno (Kerim) stammenden Exemplare.

Fauvel hat diese Art irrtümlich für *gracilipes* Duv. gehalten und *angusticollis* als *gracilipes* in seiner »Faune gallo-rhénane« beschrieben und erst später korrigiert.

### 5. **Xantholinus (Vulda) Doderoi** *nov. spec.*
(= stenocephalus Dodero ined.)

#### Systematische Stellung.

Eine durch die Kopfbildung ganz selbständige und von allen Vertretern der Untergattung Vulda höchst abweichende Art.

Der Kopf bei den Augen am breitesten, nach hinten verengt, ziemlich stark und dicht, der Länge nach gerunzelt, zwischen den Augen am dichtesten.

Die Augen treten bei dieser Art am meisten hervor, der Körper ist kleiner als bei den anderen verwandten Arten und die Oberlippe am tiefsten ausgeschnitten.

Da diese Art von allen Verwandten so stark abweicht, so ist dieselbe in dem System der Vulda-Arten am Schlusse als eine höchst differenzierte Form einzureihen.

#### Allgemeine Beschreibung.

Der Kopf schwarz, hinten rotbraun, der Körper gelbbraun, mit sehr schwachem fast undeutlichem Metallglanz, Fühler, Mundteile und Beine hell gelbrot.

Der Kopf breiter als der Halsschild, direkt zum Halse verengt und bei den Augen am breitesten, mit stark vorragenden Augen, welche ein wenig kürzer sind, als die Breite des Halses. Die Oberfläche des Kopfes wenig grob der Länge

nach gerunzelt, aber in dem hinteren Drittel und auf den umgeschlagenen Seiten von den Augen nach hinten glänzender, weniger gerunzelt (nur mit einer mikroskopischer Chagrinierung) und mit feinen weitläufigen Punkten besetzt. Die Mitte des Kopfes leicht erhoben und glänzend, in eine glänzende Kante nach hinten verlängert.

Die Fühlerbasen voneinander viel weniger entfernt als von den Augen. Clypeus nach vorne deutlich in ein Höckerchen verlängert, das die Länge der seitlichen Fühlerhöckerchen wenig übertrifft. Die Oberlippe schmal und sehr tief, fast zur Basis eingeschnitten, auf den Seiten rundlich, mit langen goldgelben Borsten. An der Basis des Kopfes mit einer Reihe von vier borstentragenden Punkten, die voneinander gleich weit entfernt sind.

Zwischen den Augen und den Fühlerwurzeln eine ziemlich breite und spitzige Ausrandung.

Das erste, schaftförmige Fühlerglied wenig über den Hinterrand der Augen reichend, gegen die Spitze verdickt, mit feinen goldgelben Haaren wenig dicht bekleidet, das zweite Glied viel enger und kurz, nur 3mal so lang als breit, gegen die Spitze nicht so viel verdickt als das dritte, von welchem dasselbe nicht so augenfällig getrennt ist wie die anderen Glieder, das dritte Glied um ein Drittel länger als das zweite, am Ende beulenförmig verdickt und gleich wie das erste und zweite behaart, das vierte kurz, breiter als lang, die weiteren bis zum vorletzten quer, das vorletzte schon fast zweimal so breit als lang, das Endglied konisch eiförmig ohne jene typische Einschnürung, die bei anderen Vulda-Arten (angusticollis!) so schön ausgebildet ist; bei dieser Art findet man kaum eine Spur der Einschnürung. Vom vierten Gliede an sind die Fühler dicht mit kurzen Sinnesborsten und mit vielen (vorzüglich das Endglied) die Sinneskörperchen enthaltenden Punkten ziemlich dicht bedeckt, dagegen sind die Schutzwimpern größtenteils am Apikalrande der Glieder entwickelt und fast bis zur Mitte der folgenden Glieder reichend.

Auch die Kiefer sind von jenen der anderen Arten ziemlich verschieden, ausgehöhlt, mit einem vortretenden Zahn vor der Mitte und mit einer kleinen rundlichen Erweiterung zwischen dem Zahne und der Spitze.

Die Kiefertaster ähnlich wie bei *angusticollis* gebildet, nur das erste längere Glied mit zwei länglichen, in der Mitte zusammenfließenden, in der Apikalpartie fast parallelen Leisten, und das Basalglied mehr triangulär.

Die anderen Merkmale der Mundteile stimmen mit denen des *Xanth. angusticollis Fvl.* vollkommen überein.

Die Augen sind groß, länger als die Breite des Halses, durch die eigentümliche Form des Kopfes stark vortretend.

Die Skulptur der Unterseite des Kopfes ist viel feiner als auf der Oberseite, glänzend, nur vorne zwischen den Kehlnähten stärker der Länge nach gerunzelt, namentlich auf den Seiten und hinten ist sie viel feiner und nur mikroskopisch (100mal) querrissig mit feinen zerstreuten Punkten.

Die Kehlnähte sind zwar sehr genähert in der Mitte, aber sie fließen doch nicht vollkommen zusammen, sondern sind deutlich getrennt und gegen die Basis wieder divergierend.

Der Hals sehr eng und fast parallel, wenig grob und runzelig punktiert, auf der Unterseite neben der Basis des Kopfes mit tiefen punktförmigen Aushöhlungen.

Der Halsschild vorne sehr verengt, so dass er vollkommen in die Basis des Halses übergeht, dann stark erweitert, hinter der Mitte durch die seitlichen Eindrücke wieder verengt, an der Basis ebenso verbreitert als vorne, mit vollkommen gerundeten Hinterecken, hinten und auf den Seiten deutlich gerandet; ausserdem ist der seitliche Eindruck durch eine sehr undeutliche, glänzendere Seitenlinie, die aus den Hinterecken bis zum Halse reicht, getrennt.

Die leicht erhobene Mitte des Halsschildes vollkommen glatt und stark glänzend, auf den Seiten mit zwei verworrenen unregelmässigen Punktreihen aus 12—14 Punkten, ebenso befinden sich neben der Kanten verworrene Punktreihen; außerdem sind die Seiten zwischen den wenig gereihten Punktreihen, namentlich in dem vorderen Drittel, verworren punktiert. Die Punktierung des Halsschildes ist nicht sehr stark, beiläufig so stark, wie beim *Xanth. linearis Ol.*

Die Vorderseiten des Halsschildes mit einigen kürzeren und zwei längeren Wimperhaaren, und auch die Seiten mit kurzen Haaren bedeckt vor den Hinterecken wieder mit je einem größeren Wimperhaar.

Die umgeschlagenen glatten Seiten des Halsschildes vor der Mitte mit einem größeren Punkt.

Das Prosternum chagriniert, hinten zugespitzt, vorne rundlich ausgerandet.

Die Coxen der Vorderbeine stark entwickelt, fast zwei Drittel der Schenkellänge einnehmend, sparsam körnig punktiert und behaart. Die Trochanteren klein, die Schenkel lang, mit sehr zerstreuten Punkten und einigen Haaren, die Vorderschienen am Ende stark erweitert, mit sehr starken Dornen und Borsten bedeckt, schräg abgestutzt, mit kurzen, nur um die Hälfte der Breite längeren Tarsengliedern, deren Klauenglied ist kürzer als die drei vorletzten Glieder zusammengenommen.

Das Mesosternum quergerunzelt; das Metasternum nur vorne querrissig, fast vollkommen glatt, mit feinem mikroskopischem Runzelnetze und einigen wenig starken Punkten vorne mit einer dreieckigen Aushöhlung in der Mitte, nach hinten in eine längst der Mitte flachgedrückte, schwach ausgerandete Spitze vorgezogen.

Die Mittelbeine länger und stärker als die Vorderbeine, die Mittelschienen kürzer als die Mittelschenkel, ihre Tarsen um ein Viertel kürzer als die Schienen, das letzte Tarsenglied länger als die zwei vorgehenden Glieder zusammengenommen. Die Coxen der Mittelbeine sehr weit voneinander getrennt, ganz auf der Aussenseite des Prosternum gestellt.

Die Coxen der Hinterbeine klein, die Schenkel länger als die Schienen, die Tarsen mehr als um ein Viertel kürzer als die Schienen, das letzte Tarsenglied kürzer als die drei vorgehenden Glieder zusammengenommen.

Das Schildchen groß, dreieckig, fein querrissig, oft mit deutlich hervortretenden Falten und zwei schwarzen Wimpern.

Die Flügeldecken um ein Viertel länger als der Halsschild, ziemlich breit, mehr als um ein Drittel breiter als lang, mit zwei vertieften, nach aussen gebogenen glatten, durch eine undeutliche Falte begrenzten Feldchen neben der Naht, hinter denselben im hinteren Drittel klaffend.

Das Abdomen glänzend glatt, unter dem Mikroskope

fein chagriniert, mit vertieften Basen der Segmente, auf den vorletzten Segmenten nur einzeln äusserst feinkörnig punktiert und chagriniert. In allen Hinterwinkeln der Dorsal- und Abdominalsegmente jederseits ein charakteristisches ziemlich langes und senkrechtes schwarzes Wimperhaar, das vorletzte Dorsalsegment mit einem feinen Hautsaume, das letzte Segment lang behaart und bewimpert.

Äussere Geschlechtsauszeichnungen nicht vorhanden, ebenso kann ich die Penisstruktur nicht angeben, da ich nur ein geringes Material (3 Exemplare) besitze.

Länge 7—7·5 *mm.*

Diese schöne und ausgezeichnete neue Art wurde vom Herrn Agostino Dodero, dem ich sie widme, am 14. November 1902 in Italien (*Ruta Liguria*) gesammelt, als *Vulda stenocephala i. lit.* versendet und mir zur Beschreibung überlassen.

---

### Litteraturverzeichniss.

Cameron Malcolm, M. B., R. N., F. E. S.: »Description of a new species of *Xantholinus* (Sub-gen. *Vulda*) from Turkey.« The Entomologist's Monthly Magazine, Second Series — Vol. XXIII. 1912 pg. 1.

Duval Jacqu.: Déscription de Vulda dans les Annales de la Société Entomologique de France 1852 pg. 698.

Erichson Guil. F.: »Genera et species Staphylinorum insectorum coleopterorum familiae« Berolini 1840.

Fauvel Alb.: »Faune gallo-rhénane« III. 1873. (avec supplém.).

Ganglbauer Ludw.: »Die Käfer von Mitteleuropa« II. Bd. 1. Teil. Wien 1895.

Kraatz Dr. G.: »Naturgeschichte der Insekten Deutschlands«. I. Abt. 2. Bd. Berlin 1858.

Reitter Edm.: (cum aliis) »Catalogus coleopterorum Europae, Caucasi & Armeniae Rossicae«. Paskov 1906.

— »Bestimmungstabelle der Staphyliniden-Gruppen der Othiini und Xantholinini aus Europa und den angrenzenden Ländern«. Verhandl. des naturf. Vereines in Brünn XLVI. Bd. 1907, Ste 100.

### Tafelerklärung.

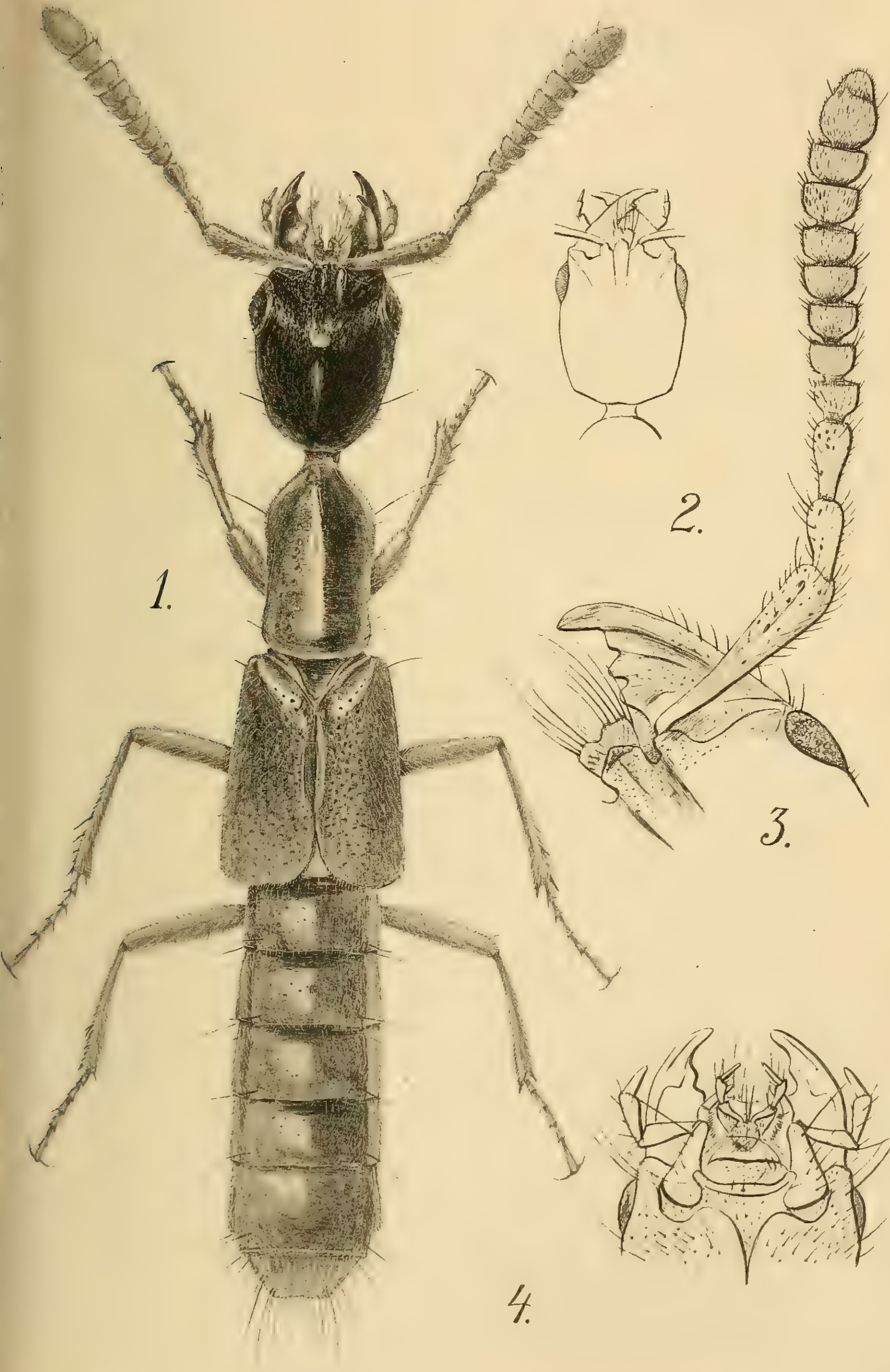
Fig. 1. Xantholinus (Sbg. Vulda Duv.) Doderoi n. sp., longit. natur. 7—7'5 mm.

Fig. 2. Kopfumriss des Xantholinus (Vulda) gracilipes Duv.

Fig. 3. Mundteile und Fühler des X. angusticollis Fauv. von oben.

Fig. 4. Mundteile derselben Art von unten.

---


1.
2.
3.
4.

XIV.

# O zkoumání radioaktivity methodou absorpčních křivek.

Prof. Dr. **Bohumil Kučera.**

(S 2 obrazci v textu).

(Předloženo v sezení dne 1. května 1914).

Velmi často stojí fysik a snad i mineralog před úlohou určiti radioaktivitu nějaké látky, na př. minerálu nejen po stránce kvantitativní, nýbrž i po stránce kvalitativní, to jest, má se vysloviti i o charakteru záření, které látka vydává. Dosud známé předpisy učí stanoviti množství radia ve zkoumané látce se nacházejícího z množství emanace, které se ve známé době v látce vytvoří nebo které v ní je radioaktivní rovnováze s celkovým množstvím látky aktivní. Stanoviti kvantitativně emanaci v látce pevné, jako jest minerál, přímo, bylo by úlohou velmi obtížnou, ježto takovéto látky okkludují emanaci vzniklou uvnitř, stejně jako činí i samy radioaktivné praeparáty v tuhém skupenství. Tak jest známo, že na př. radiumbromid ve tvaru prášku z drobných krystalků okkluduje ze vznikající emanace asi 99% až 99·5%, vypouštěje do okolního plynu zbytek pouhé 1% až jen 0·5%, různý dle vlhkosti a teploty vzduchu. Kdyby toto číslo bylo přesně známým, bylo by ovšem možno odvésti plyn do ionisační komory a známými methodami množství emanace stanoviti. Ale i tak bylo by lze postupovati pouze u látek, obsahujících značnější množství radia, které by produkovalo dostatečné množství emanace, aby i jen 1% z ní bylo dostatečně přesně měřitelným. Tomu zpravidla tak není, a proto tato

methoda nehledě ani k velmi obtížnému určení výše zmíněného koefficientu okkluse se k stanovení hledané veličiny nehodí. Okkludovaná emanace mění se pak uvnitř látky samé ve své známé pevné metaboly, jichž záření se mísí se zářením čistého radia samého. Dosavadní methoda určovací spočívá pak v tom, že se látky aktivné působením silných kyselin převedou ve tvar solí ve vodě rozpustných, z roztoku se veškerá emanace vařením nebo proháněním vzduchu vypudí a roztok se po změřenou dobu několika dní přenechá sám sobě, aby novou emanaci produkoval. Tato se z něho vpraví do ionisační komory a její množství se stanoví. Ze známé křivky regenerační vypočte se pak množství radia v roztoku. Tuto methodu mohli bychom dle jejího původce zváti Struttovou. Jinak lze též dobýti veškeré emanace, kterou látka obsahuje a podrobiti ji měření, když v prášek rozmělněnou látku zahříváme. Ale ani tato methoda, kterou můžeme zváti methodou Jolyho, není pohodlnou, neboť jak ukázaly výzkumy Kolowratovy,*) musí zahřívání nad 1000° C trvati po dlouhou dobu několika hodin, než se cíle dosáhne.

Autor této stati, maje za jinými účely stanoviti přibližné množství radia v látce, která mu byla dodána ve tvaru jemného prášku, připadl na myšlenku, že by daná úloha dala se řešiti s přesností dostatečnou, kterou lze oceniti asi na $\pm 1$ až 2% daleko jednodušeji a rychleji na základě následující úvahy: Stanovme nejprve charakter záření látky, což nejsnáze lze učiniti methodou absorpčních křivek pro $\beta$- a $\alpha$-záření. Pak můžeme srovnati její $\beta$-záření se standardním praeparátem stejnou směs různých druhů paprsků vydávajícím, u něhož jsme byli procentuálné množství radia jednou pro vždy stanovili svrchu popsanou Struttovou methodou roztoku. Pak nám udává $\beta$-záření (spolu s pronikajícím $\gamma$-zářením, jež nelze odloučiti, jehož ionisační účinek však nesahá ani do procent) vztažené k stejnému množství látky za týchž podmínek vnějších, násobíme-li je koefficientem Struttovou methodou získaným přímo množství radia v 1 grammu praeparátu. Myšlenka sama objasní se nejlépe popisem měření a

---

*) Kolowrat, Le Radium *4*. 317. 1907. *6*. 321. 1909 a *7*. 266. 1910.

jeho výsledků. Nechci zde uváděti různé řady měření přípravných a uvedu pouze měření definitivní.

### 1. Měření $\alpha$-paprsky.

Látka, již bylo zkoumati, rozmělněna v achatové misce na jemný prášek, který byl prosíván jemným sítkem. Pak byla vpravena do ionisační komory, která měla úpravu následující: Spodní destičkou vzduchového kondensatoru, ionisační komoru tvořícího, spojenou s elektrometrem, byla kruhová mosazná destička tlouštky 6 *mm* a průměru 6 *cm*, v jejímž středu byla vyfrézována kruhová jamka poloměru 3 *cm* a hloubky 3 *mm*. Vzdálenost její od druhé se zemí spojené a s prvou rovnoběžné desky kondensatoru byla 10 *cm*.

Z preparátu nasypána část do jamky spodní desky kondensatorové, kdež byla rozestřena ve vrstvu stejnoměrnou, všude stejně, asi $^1/_2$ *mm* tlustou. Dle měření paní Curieové jest totiž ionisace vznikající $\alpha$-zářením vrstvy práškovitého preparátu úměrna její p l o š e a nikoli váze preparátu, jakmile vrstva dosáhne tloušťky asi $^1/_2$ *mm*, poněvadž $\alpha$-záření z větší hloubky přicházející se svrchními vrstvami úplně zabsorbuje. Za tloušťek velmi malých závisí poněkud na tloušťce vrstvy samé, stoupajíc zprvu rychleji, pak pomaleji k limitě asi za $^1/_2$ *mm* dosažené. Na to po nabití destičky asi na 300 Volt změřen ionisační proud v libovolných jednotkách časovým spádem lístku elektrometru, jenž byl typu »Spindler & Hoyer, Göttingen«. Při měření byl odečítán »přirozený spád«, jenž stanoven vždy před pokusem a po něm, při čemž z obou měření vzat časový střed, t. j. předpokládána lineárná závislost proudu »přirozeného« na čase. Celé měření opakováno několikrát a z výsledků vzat střed. Po té opakován celý pokus znovu, když byla jamka destičky i s preparátem přikryta velmi tenounkým rovným lístkem aluminiovým do tloušťky 0·003 *mm* vyválcovaným. Za preparát vzat 1. čistý Jáchymovský smolinec, pocházející z kusu rudy, prosté makroskopických znečištěnin, za niž vzdávám povinné díky p. dvor. radovi prof. Dru K. Vrbovi, který s nevšední ochotou mně vzorky různých radioaktivných minerálů k účelům zkoumání daroval; 2. prášek ze smolince anglické provenience;

3. prášek z látky zkoumané a 4. prášek z chemicky čistého »Uranium metallicum fusum«, dodaného před 5 roky firmou E. Merck, Darmstadt.

Výsledky měření shrnuje následující tabulka I.

Tabulka I.

| Preparát číslo | Jonisační proud bez lístku | Jonisační proud s lístkem | přepočítaný proud bez lístku | přepočítaný proud s lístkem |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 9·22 | 4·99 | 100 | 54·0 |
| 2 | 5·47 | 2·92 | 100 | 53·5 |
| 3 | 3·47 | 1·835 | 100 | 53·8 |
| 4 | 2·14 | 0·765 | 100 | 40·0 |

Ve čtvrté a páté rubrice tabulky vypočteny jsou hodnoty ionisačních proudů, klademe-li proud původní odpovídající preparátu nepřikrytému rovným 100. Z této tabulky je na prvý pohled patrno, jak čísla aluminiovým lístkem propuštěného záření jsou u preparátů stejnorodých 1 a 2 v mezích pozorovacích chyb stejná, kdežto uran se od smolince zcela podstatně liší. Také je hned zřejmo, že zkoumaná neznámá látka má — alespoň vzhledem k $\alpha$-záření — typ smolince. Ovšem, že v propuštěném $\alpha$-záření obsaženo jest v míře téměř neztenčené také $\beta$ - a $\gamma$-záření, leč ionisace od těchto pochodící jest tak značně slabší, že ji lze vedle $\alpha$-ionisace úplně zanedbati; nejdeť ani do procent.*)

## 2. **Měření $\beta$-paprsky.**

Měření pomocí $\beta$-paprsků prováděno zcela podobně jako $\alpha$-paprsky. Podstatný rozdíl byl v tom, že každého preparátu odváženy přesně 2·000 grammy, ježto $\beta$-záření u poměrně tenkých vrstev jest přímo úměrno váze preparátu. Záření spodních vrstev se totiž svrchními znatelně neabsorbuje. U každého preparátu získána opětovnými pokusy čtyři čísla, totiž ionisační proudy (v libovolných jednotkách) pro preparát

*) Viz na př. E. Rutherford: Radioactive Substances and their Radiations (Londýn 1913) nebo něm. překlad v Handbuch der Radiologie, svazek II., kap. IV. § 46. (Lipsko, 1914).

přikrytý tenkým papírem, zadržujícím úplně $\alpha$-záření, ale $\beta$-paprsky znatelně neseslabujícím, pak pro preparát přikrytý papírem a postupně jednou, dvěma a třemi kruhovými destičkami z železného pocínovaného plechu tloušťky 0·08 *mm* a průměru 6 *cm*, které vždy v témž pořadí koncentricky kladeny přes jamku v dolní desce ionisační komory, preparát obsahující. Výsledky měření podává tabulka II.; v tabulce III. jsou přepočítány na východištní ionisaci kladenou rovnou 100.

Tabulka II.

| Preparát číslo | Jonisační proud<br>papír | papír + 1 deska | papír + 2 desky | papír + 3 desky |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 128·0 | 44·4 | 25·0 | 20·8 |
| 2 | 89·2 | 31·6 | 18·0 | 14·1 |
| 3 | 65·0 | 22·7 | 13·0 | 10·4 |
| 4 | 42·8 | 26·1 | 14·6 | 10·0 |

Tabulka III.

| Preparát číslo | Přepočítaný proud<br>papír | papír + 1 deska | papír + 2 desky | papír + 3 desky |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 | 34·7 | 19·6 | 16·3 |
| 2 | 100 (2·0) | 35·4 (1·54) | 20·2 (1·30) | 15·8 (1·20) |
| 3 | 100 | 35·0 | 20·0 | 16·0 |
| 4 | 100 (2·0) | 61·0 (1·78) | 36·5 (1·56) | 23·4 (1·37) |

Výsledky v tabulce II. obsažené naneseny jsou graficky v diagramu I. Jak jest z něho patrno, je preparát 4., totiž metallický uran, charakterisován typicky jinou absorpční křivkou než oba smolince i preparát neznámý. Ještě lépe vynikne rozdíl z diagrammu II., kde jsou znázorněny výsledky tabulky III. čarami vytaženými a výsledky druhé části tabulky I. čarami tečkovanými. Shoda charakteru absorpčních křivek jak pro $\beta$-paprsky tak pro $\alpha$-záření u prvých tří preparátů jde tak daleko, že je nelze za daného měřítka vůbec rozlišiti, kdežto křivka pro kovový uran se od nich zajímavým způsobem liší. Absorbujeť se stejnými destičkami $\beta$-záření uranu daleko méně než $\beta$-záření smolince, jest tedy zářením značně

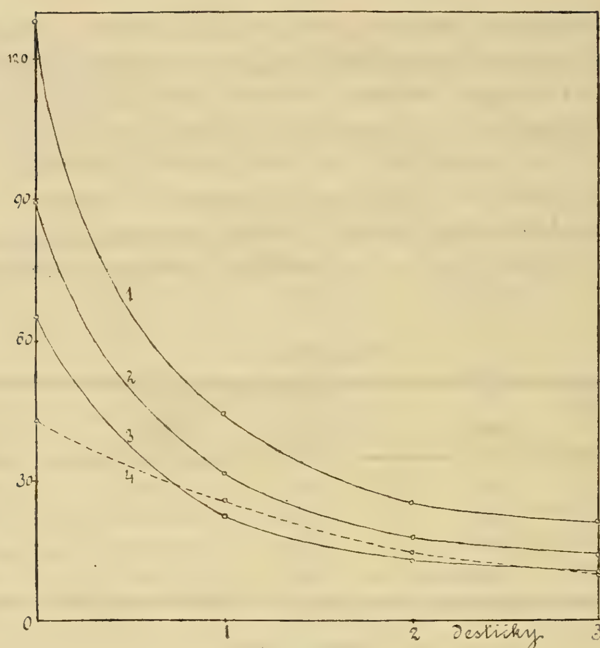



Diagram I.

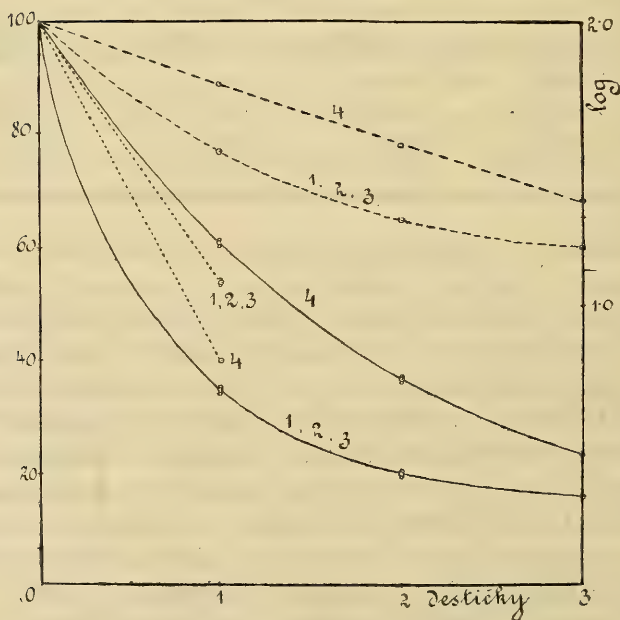



Diagram II.

tvrdším; právě naopak jest $\alpha$-záření uranu značně měkčím, snáze absorbovatelným než $\alpha$-záření smolince. To se dalo očekávati, neboť u $\alpha$-záření jest tvrdost měřena doběhem, který u uranu obnáší 2·5 a 2·9 *cm*, kdežto ve smolinci jest obsažena směs radia a jeho metabolů v radioaktivní rovnováze, z nichž mají $\alpha$-paprsky radium samo o doběhu 3·3 *cm*, emanace o doběhu 4·16 *cm*, Ra-A 4·75 *cm*, Ra-C 6·94 *cm*, a ve velmi malém množství ovšem i Ra-F 3·77 *cm*.

V tabulce III. jsou uvedena také čísla uzávorkovaná. Jsou to logarithmy přepočítaných ionisačních proudů. Pro ně jsou v diagrammu II. zkonstruovány křivky čárkované. Jak je patrno, blíží se graf pro uran velmi přímce, kdežto pro záření smolince jest křivkou zcela patrné křivosti. To jest dle názorů H. W. Schmidtových*) stvrzením, že $\beta$-záření uranu jest téměř homogenní, kdežto $\beta$-záření smolince sestává, jak ani jinak nelze očekávati, z komplexu záření různých o velmi různé prostupnosti.

Jedno jest z diagrammu II. nade vší pochybnost jisto: Záření neznámého preparátu čís. 3. má zcela týž charakter, jako záření obou smolinců různé provenience. To lze vysvětliti jedině tím způsobem, že také jeho percentuálné složení vzhledem k různým látkám aktivním bude totéž jako složení smolince. Jeho $\beta$-aktivita na stejnou váhu vztažená je zrovna $\frac{65}{128} = 0{\cdot}508$-mi násobné aktivitě smolince, který byl brán za standard a obsahoval v 1 grammu $1{\cdot}53.10^{-7}$ *g* čistého radia. Obsahuje tudíž látka neznámá v 1 gr. $7{\cdot}76.10^{-8}$ *g* radia. Její aktivita vyjádřená dříve užívanými jednotkami uranovými obnáší $\frac{65}{42{\cdot}8} = 1{\cdot}52$ ur. jedn.

Dle schematu, které zde na praktickém případě bylo demonstrováno, lze si počínati velmi často, zvláště u minerálů, jichž aktivita je podmíněna obsahem uranu a radia s jeho metaboly, při čemž aktivita způsobená rodinou radiovou zpravidla velmi značně převládá. U minerálů obsahujících vedle radia také značnější množství thoria budou poměry asi

*) H. W. Schmidt, Phys. Zeitschr. *7*. 764. 1906, *8*. 361. 1907, *10*. 6. 1909.

podobné. Vykonal jsem některé řady pokusné, které po mém soudě nasvědčují tomu, že se dá z absorpčních křivek jednoduchým výpočtem stanoviti vzájemný poměr obou těchto aktivních látek v dané směsi obou.

Pokusy ty nejsou dosud zakončeny pro obtíže spojené se zaopatřením materiálu a jinou naléhavou práci rázu literárního, leč doufám, že mi bude možno o nich podrobněji referovati, až nastanou klidnější doby po nynějším rozruchu válečném. Sdělení v tomto článku učiněné lze považovati v tomto smyslu za předběžné, leč obsahuje po mém soudě několik momentů zajímavých, které mne přiměly k tomu, že je předkládám veřejnosti.

V Praze, v říjnu 1914.

*Fysikální ústav čes. university.*

XV.

# Příspěvky ku stanovení vyšších kysličníků olova a k rychlému ocenění minia.

Podávají
Prof. Dr. **Jaroslav Milbauer** a Dr. **Bohumír Pivnička.**

Se 2 obrazy v textu.

Předloženo v sezení dne 1. května 1914.

BUNSEN ve své klassické práci, jež stala se základem jodometrických method destilačních i jiných podobných procesů analytických, použil ku stanovení peroxydů olova reakci:



$$PbO_2 + 4\,HCl = PbCl_2 + 2\,H_2O + Cl_2$$

a uvolněný chlor jímal v roztoku jodidu draselnatého. Ku stanovení vzniklého jodu přidával destilátu nadbytek kyseliny siřičité a titroval zpět roztokem jodovým. Na tomto principu založená methoda byla předmětem mnohých studií. Jeho přístrojek zcela jednoduchý, byl překonstruován se zdarem někdy i velmi pochybným. Vady má nepopíratelné, jež vytknuty jsou v literatuře v těchto pracích, které pro stručnost pouze citáty uvádíme:

WESZELSKY (Zeit. f. anal. Chem., 39, 81).

C. DE LA HARPE a F. RÉVERDIN (Bull. d. l. Soc. chim. de Par. 51. 165).

DOBROSSERDOW (Zeit. f. Apparatenkunde 2. 150).

TOPF (Zeit. f. anal. Chem. 26, 277).

STORTENBEKER (Z. f. anal. Chem. 29, 272).

FRIEDHEIM a MEYER (Zeit. f. anorg. Chem. 1, 407).

Schütze (Pharm. Centralbl. 28, 295).
Landmarck (Chem. Zeit. 21, 266).
Marck (Chem. Zeit. 26, 556).
Farsoe (Zeit. f. anal. Chem. 46, 308).
Edgar (Zeit. f. anorg. Chem. 1909, 280).
Reichardt (Archiv der Pharm. 277, 642).
de Koninck a Lecrenier (Zeit. f. anorg. Chem. 1888, 352).
de Koninck a Nihoul (Zeit. f. anorg. Chem. 1890, 477).
Schierholz (Monatsh. f. Chem. 13, 1).
Bennet a Placevay (Journ. of Americ. chem. Soc. 18, 687).
Chattaway a Orton (Chem. News 79, 85).
Pickering (Journ. of chem. Soc. 37, 128).
Jannasch (Ber. Berichte 39, 3655).
Mc. Crea (Chem. News 101, 77).

Dlouhou řadou zkušeností jednak vlastních, jednak plynoucích z uvedené literatury shledali jsme, že pro práce s jodometrickou methodou Bunsenovou sluší na použitý přístroj klásti tyto požadavky:

*a)* Přístroj budiž jednoduchý, snadno sestavitelný i rychle rozebratelný,

*b)* destilace dějž se v proudu inertního plynu,

*c)* spojení jednotlivých částí přístrojů, pokud jde jimi chlor, budiž upraveno zábrusy, chráněnými vodními uzavěrkami,

*d)* k přístroji buďtež připojena jímadla pojistná,

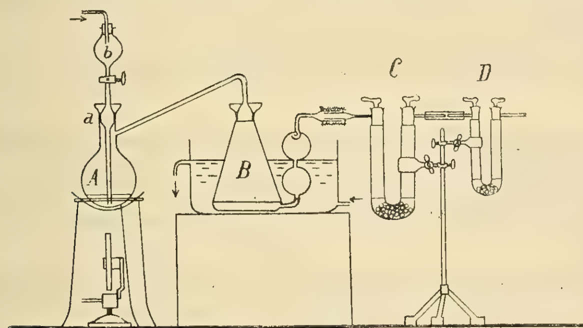
*e)* titrace budiž provedena co nejrychleji v jímadle samém.

Doporučiti můžeme přístroj, který vyhovuje těmto požadavkům a jest sestaven následovně:

Za destilační baňku sloužila baňka frakční asi 150 *cc* jímající, jako hlavní jímadlo vzata absorpční nádoba Volhardova se dvěma kulovitýma rozšířeninami, obsahu každá 50 *cc*. K ní připojeny dvě *U* trubice, v ohybech naplněné porculánovými kuličkami, jakožto další jímadla pojistná.

Kyselina k rozkladu potřebná připouštěna z dělící ná-

levky (*b*) obsahu as 50 *cc*, zabroušené (viz obrazec I.) do hrdla (*a*) baňky frakční (*A*). Její konec zúžený sahal pod hladinu destilované kapaliny skoro až ke dnu baňky. Pracováno v proudu čistého kysličníku uhličitého, jenž veden do hrdla dělící nálevky. Destilační baňka zvolna zahřívána, aby destilace neděla se prudce, absorpční nádobka Volhardova (*B*) byla s ní spojena zábrusem a postavena do nádoby, jíž proudila studená voda. První *U* trubice (*C*) spojena byla s hlavním jímadlem zábrusem a jeho obě části k sobě drženy spirálními




Obr. I.

péry. Mezi oběma *U* trubicemi (*C*, *D*) užito spojení kaučukovou rourkou a obě trubičky přiraženy k sobě »sklo na sklo«. Opatření to je dostačující, jelikož do posledního jímadla při normálním způsobu pracovním jod nepřecházel. Do první *U* roury unášena byla pouze skrovná část jodových par, jež zde úplně zachyceny. Oba hlavní zábrusy našeho přístroje upraveny jsou na vodní uzávěrku, tak že eventuální nepatrná netěsnost mohla být ihned konstatována. Aby bylo při náhodné prudší destilaci zabráněno přestříknutí kapaliny z Volhardovy baňky do *U* roury, opatřena horní koule v postranní trubici přestupníkem. S přístrojem pracováno takto:

Odvážená látka vsypána do destilační baňky *A* jejím suchým hrdlem *a* a skropena trochou vody, po uzavření baňky prázdnou dělící nálevkou spojeno s jímadly. Volhardova baňka *B* chovala 50 *cc* 1%ního roztoku jodidu draselnatého, *U* trubice několik *cc* koncentrovaného roztoku. Na to spojeno s přístroji přivádějícími čistý kysličník uhličitý a po čtvrt hodině,

kdy vypuzen vzduch, naplněna nálevka (*b*) kyselinou, jež vpravena do baňky tlakem kysličníku uhličitého, současně počato se zahříváním, v němž pokračováno tak dlouho, až veškeren chlor vydestilován. Při přerušení destilace uváděn ještě kysličník uhličitý asi 10—15 minut. Ochlazený destilát ve Volhardově baňce po spláchnutí zábrusu a obsahu pojistných *U*-trubic ihned přímo v baňce titrován roztokem sirnatanu sodnatého známého titru. Roztok ten byl ca $^1/_{100}$ *n* a kontrolován byl často na čistý jod. Titrováno bylo do slabě žlutého zbarvení a dotitrováno za přičinění filtrovaného mazu škrobového.

Ku vyzkoušení přístroje byly provedeny následující analysy:

1. Analysován elektrolyticky chlorečnan draselnatý, který dle přímé titrace obsahoval 98·76% $KClO_3$.

*a)* Bunsenovou methodou při odvažování 0·02 *g* látky nalezeno:

I. 98·64%; II. 98·73%; III. 98·46%, t. j. střed 98·61%.

*b)* Týž preparát destilován s použitím 0·5 *g* bromidu draselnatého, 40 *cc* vody a 5 *cc* konc. kyseliny solné, takže destilován brom:

I. 98·37%; II. 98·19%, t. j. 98·28%.

*c)* Totéž s použitím 0·5 *g* jodidu draselnatého, takže destilován jod:

I. 98·90%; II. 99·05%, t. j. průměr 98·93%.

2. Dvojchroman draselnatý stanoven přímou jodimetrií za šetření všech opatrností v literatuře uvedených, zejména pokud se týká účinku vzduchu. Nalezeno ze čtyř stanovení (99·64; 99·82; 99·99; 100·07) průměrně 99·88% $K_2Cr_2O_7$.

Destilací 0·05 *g* látky s konc. kyselinou solnou nalezeno:

I. 99·73%; II. 99·64%; III. 99·64% (za přítomnosti 1 *g* $PbCl_2$), t. j. průměrně 99·67%.

3. Červeň chromová, odpovídající 18·42% $Cr_2O_3$, jenž stanoven v podobě $Cr_2O_3$ vážkově:*)

*) Methoda dává o malý zlomek % výsledky vyšší nežli theoretické (srovnej Treadwell, Lehrbuch str. 89.).

I. 18·10%; II. 18·14%; III. 18·13%, t. j. průměr 18,12%.

Pokusy těmi byla tedy upotřebitelnost přístroje dostatečně prokázána a přikročeno dále ku samotné aplikaci Bunsenovy methody ku stanovení vyšších kysličníků olova. V literatuře v předu citované nacházíme o ní na různých místech nedoložené poznámky, že dává, použita ku stanovení aktivného kyslíku ve vyšších kysličnících olova, výsledky nízké.

Z té příčiny provedli jsme řadu pokusů s naším přístrojem, používajíce nejprve ku rozkladu kysličníků zředěné kyseliny solné (5 *cc* konc. kyseliny, 45 *cc* vody). Výsledky vneseny jsou v tuto tabulku:

| Analysovaná látka | Odvažováno g | Nalezeno % | Průměr | Skutečný obsah ** | Rozdíl |
|---|---|---|---|---|---|
| $PbO_2$ (I.) | 0·2 | 92·03% $PbO_2$<br>92·23% »<br>92·13% »<br>92·13% » | 92·17% $PbO_2$ | 92·85% $PbO_2$ | — 0·68% |
| $PbO_2$ (II.) | 0·1 | 95·07% $PbO_2$<br>95·24% »<br>94·96% » | 95·09% $PbO_2$ | 96·14% $PbO_2$ | — 1·05% |
| $Pb_3O_4$ (I.) | 0·5 | 80·43% $Pb_3O_4$<br>81·07% »<br>80·77% »<br>80·43% » | 80·68% $Pb_3O_4$ | 81·95% $Pb_3O_4$ | — 1·27% |
| $Pb_3O_4$ (II.) | 0·3 | 90·08% $Pb_3O_4$<br>90·08% $Pb_3O_4$<br>90·13% $Pb_3O_4$ | 90·10% $Pb_3O_4$ | 91·65% $Pb_3O_4$ | — 1·55% |
| $Pb_3O_4$ (III.) | 0·2 | 98·23% $Pb_3O_4$<br>98·54% » | 98·38% $Pb_3O_4$ | 100% $Pb_3O_4$ | — 1·62% |

Stejně špatné výsledky nalezeny, jestliže místo chloru destilován brom nebo jod.

**) O tom, kterak stanoven, pojednáno bylo v I. části této práce.

| Destillováno se směsí: | S použitím 0·1 g $PbO_2$ (I.) | | | | S použitím 0·3 g $Pb_3O_4$ (II.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nalezeno: % | Průměr: % | Skutečný obsah: % | Difference % | Nalezeno: % | Průměr: % | Skutečný obsah: % | Difference % |
| 6 g bromidu draselnatého, 40 cc vody a 5 cc konc. kyseliny solné | 92·11<br>92·54 | 92·33 | 92·85 | — 0·52 | 90·13<br>90·50 | 90·31 | 91·65 | — 1·34 |
| 0·5 g bromidu draselnatého, 40 cc vody a 5 cc konc. kyseliny solné | 92·38<br>92·27 | 92·33 | 92·85 | — 0·52 | 90·08<br>90·19 | 90·14 | 91·65 | — 1·51 |
| 0·5 g jodidu draselnatého, 40 cc vody a 5 cc konc. kyseliny solné. | — | — | — | — | 90·35<br>91·49 | 90·92 | 91·65 | — 0·73 |

I vidno tedy, že vždy při použití zředěné kyseliny solné, ať již destilován chlor nebo brom nebo jod, byly výsledky nižší nežli theoretické. Při technických produktech, zejména při miniích, byly chyby ještě vyšší nežli zde uvedené a příčina nalezena v té okolnosti, že technické produkty*) chovají často kovové olovo, které váže uvolňovaný chlor. Aby vyšetřena byla příčina chyb i pro preparáty, které neobsahují látek, jež absorbují chlor, bylo zkoumáno, zda neleží příčina v eventuálně odštěpovaném kyslíku. Ve vyšších kysličnících nachází se vždy také normálný kysličník, který s vodou skýtá reakci alkalickou a jest možno si představiti, že mohla by nastati místní reakce chloru, vedoucí ku tvoření chlornatanu, jenž rozkladem snadno poskytá kyslík, zejména jsou-li přítomny katalysatory, event. že probíhá reakce podružná:



$$2\,PbO_2 + 4\,HCl = 2\,PbCl_2 + 2\,H_2O + O_2.$$

Aby tento předpoklad mohl býti dokázán, bylo nutno stanoviti event. odštěpovaný kyslík.

V přístroji, jejž dále popíšeme, ku volumetrickému stanovení vyšších kysličníků olova, rozkládáme za nepřítomnosti

*) Při výrobě klejtu z olova nezoxyduje se často veškeré olovo, zůstává ve zboží a přechází i dále do minia, z něho páleného.

vzduchu 10 *g* čistého minia nebo 5 *g* kysličníku olovičitého zředěnou kyselinou solnou a unikající plyny, hlavně chlor a vodní pára, po jich zachycení jímány do byrety. Naměřeno tu při miniu I. 1·3; II. 0·7 *cc* při 737 *mm* tlaku a 20° C teploty, při kysličníku olovičitém I. 0·9; II. 1·0 *cc*, což odpovídá průměrně 1·2 *mg* kyslíku čili 0·4% minia, respektive 0·3% kysličníku olovičitého. Jak patrno, nelze tímto způsobem chyby zde zaviněné zcela vysvětliti.

Že žádný chlor nezůstává při stanovení v přístroji v rozkladné baňce, zjištěno tím způsobem, že destilováno 0·1 *g* $PbO_2$ (vzorek č. I.) obvyklým způsobem čtvrt hodiny. Pak jímadla znovu naplněna roztokem jodidu a po uvedení obsahu destilační baňky do varu znovu zředěna v ní tekutina 50 *cc* vody a destilováno zase čtvrt hodiny. Kvalitativními reakcemi nenalezena nikde ani stopa jodu volného.

Z pokusů našich vyplývá, že skutečně ku destilaci dle Bunsena pro stanovení vyšších kysličníků olova nehodí se zředěná kyselina solná.

Na to přikročili jsme ku další otázce, zda výsledky se nezlepší, použije-li se při destilaci kyselina solná koncentrovaná.

Nalezené výsledky uvádíme v této tabulce:

| Analysovaná látka | Odvažováno g | Nalezeno: | Průměr | Skutečný obsah | Rozdíl |
|---|---|---|---|---|---|
| $PbO_2$ (I.) | 0·2 | 92·71% $PbO_2$<br>92·87% » | 92·79% $PbO_2$ | 92·85% $PbO_2$ | — 0·06% |
| $PbO_2$ (II.) | 0·1 | 96·01% $PbO_2$<br>96·29% »<br>96·25% » | 96·18% $PbO_2$ | 96·14% $PbO_2$ | — 0·04% |
| $PbO_2$ (III.) | 0·2 | 93·67% $PbO_2$<br>93·60% »<br>93·73% » | 93·67% $PbO_2$ | 93·74% $PbO_2$ | — 0·07% |
| $PbO_2$ (IV.) | 0·3 | 88·96% $PbO_2$<br>88·75% »<br>88·80% » | 88·84% $PbO_2$ | 88·80% $PbO_2$ | + 0·04% |
| $Pb_3O_4$ (III.) | 0·2 | 99·87% $Pb_3O_4$<br>99·95% $Pb_3O_4$ | 99·91% $Pb_3O_4$ | 100% $Pb_3O_4$ | — 0·09% |

Z výsledků vyplývá zcela jasně, že Bunsenova methoda, užije-li se ku rozkladu koncentrované kyseliny solné a pracuje-li se dle návodu námi podaného v přístroji zde popsaném, dává výsledky naprosto uspokojivé.

## B. Methoda oxydimetrická, původně Luxova.

Ze všech method oxydimetrických pro praxi hodí se dosud nejlépe způsob popsaný Luxem (l. c. Opus I.) a spočívající na oxydaci kyseliny šťavelové, titrované, vyššími kysličníky olova za přítomnosti kyseliny sírové a titrací přebytečné kyseliny roztokem permanganatu. Četní autoři hleděli ji zdokonaliti a snažili se dáti jí praktickou formu. Z nich buďtež zde jmenováni na př. Treadwell, Beck, Tocher, Chwala a Colle, Sacher. Při svých pracích použili jsme způsobu Chwaly a Colleho a nalezli jsme čísla, která reprodukuje následující tabulka:

| Analysovaná látka | Odváženo: | Nalezeno | Průměr | Skutečný obsah: | Rozdíl: |
|---|---|---|---|---|---|
| $PbO_2$ (I.) | 93·1 2 g | 93·44% $PbO_2$<br>93·53% »<br>93·59% » | 93·65% | 92·84% | + 0·81% |
| $PbO_2$ (II.) | 2 g | 96·10% | 96·10% | 96·14% | — 0·04% |
| $PbO_2$ (III.) | 2 g | 93·69%<br>93·93% | 93·81% | 93·74% | + 0·07% |
| $PbO_2$ (IV.) | 3 g | 88·67%<br>88·79% | 88·73% | 88·80 | — 0·07% |
| $Pb_3O_4$ (I.) | 3 g | 82·19%<br>82·19%<br>82·19% | 82·19 | 81·74 | + 0·35% |
| $Pb_3O_4$ (II.) | 3 g | 91·70%<br>91·60% | 91·65% | 91·49 | + 0·16% |
| $Pb_3O_4$ (III.) | 3 g | 100·54%<br>100·38% | 100·46% | 100·00 | + 0·46% |
| Braunerův superoxydhydrat | | 97·43% | — | 96·56 | + 0·87% |

Výsledky, které dává methoda oxydimetrická, jsou nejlepší, pracuje-li se dle způsobu Chwaly a Colle, lze ji pro účely praxe doporučiti, jelikož jest l a c i n o u a poměrně rychlou, nevyžadující zvláštních přístrojů, za to však pracuje se s roztoky, jež poměrně rychle mění svůj titr. Výsledky dává o něco vyšší nežli jaké odpovídají skutečnosti. Příčina bude ležeti pravděpodobně v tom, že konec titrace lze těžko dosáhnouti, titrace jde ku konci velmi zvolna. Jest možno, že v tom směru přídavek dusičňanu manganatého by působil příznivě, dosud však nemáme o tom žádných zkušeností. Modifikace, při nichž pracuje se v mediu kyseliny sírové, nevykazují tuto nevýhodu, lépe by vyhovovaly, nicméně však i tu spotřeba permanganatu se zmenšuje, jelikož vyloučený síran olovnatý adsorbuje šťovan olovnatý a část oxalové kyseliny uchází titraci. Závažnou jest také okolnost, že kyselina dusičná obsahuje vždy dusíkovou kyselinu, která na permanganat působí. Doporučuje se takové kyselině dusičné přidati špetka močoviny, aby kyselina dusíková se zrušila. Mimo to radno titr permanganatu stanovovati na kyselinu šťavelovou stejným způsobem jako se titrují pak vyšší kysličníky olova a bráti kyselinu dusičnou prostou dusíkové. Že patrný jest tu rozdíl, přesvědčili jsme se stanovíce titr permanganatu jednou v mediu kyselinu sírové a po druhé v prostředí kyseliny dusičné a byl nalezen faktor v prvním případě: 1·01492, kdežto v druhém 1·03437, ten po přidání močoviny*) shodoval se s prvním.

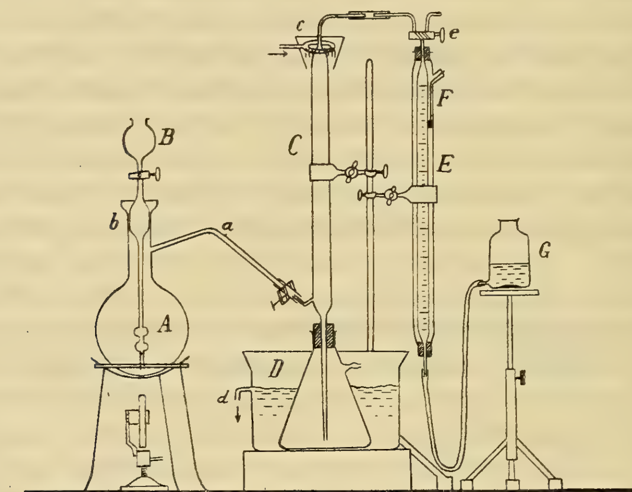
### *C.* Methoda Finziho a Rapuzziho.

Před krátkou dobou uveřejnili Finzi a Rapuzzi methodu, která zamlouvá se svojí jednoduchostí a spočívá na rozkladu octanu hydrazinu v prostředí kyseliny octové vyššími kysličníky olova. Výsledky, jež získali, srovnávali s methodou Topfovou a shledali, že dává výsledky vyšší a vypočítali faktor, dle něhož 1 *cc* při 0° a 760 *mm* tlaku odpovídá 0·01981 *g* $PbO_2$ a praví, že methoda pro technické účely dá se doporučiti. Pojali jsme také tuto methodu mezi ony, jež

*) Důležito jest se přesvědčiti, zda močovina nereaguje s permanganatem a nechová látky jím se okysličující.

chtěli jsme vyzkoušeti ku svým účelům. Vzhledem k tomu, že methody jodimetrické, jak ukázali Chwala a Colle, dávají vždy nízké výsledky, zdálo se nám zcela přirozeným, že nastávají tu difference, které neleží v podstatě snad methody samé, nýbrž proto, že byla srovnávána s methodou špatnou.

Pracovali jsme s roztokem připraveným dle návodu obou autorů, používajíce přístroje dále popsaného, jenž v podstatě jest podobným onomu, jaký užíval Staněk při své práci o stanovení aminokyselin, jelikož je prost vad jiných přístrojů podobných.




Obr. II.

Do baňky *A* přístroje (obr. II.) odsypáno navážené množství kysličníku olovičitého resp. minia, přidáno vody a vařeno při uzavřeném kohoutku. Trubice dělící nálevky, jež vchází do hrdla baňky, byla též naplněna vodou. Párou vodní vytěsnovaný vzduch odcházel trubicí *a* do válce skleněného *C*, procházel tu vrstvu vyvařené vody. V zúžené části nesl válec kruh z olověné trubky, dirkovaný, takže jím přiváděná voda skapávala po povrchu válce a hromadila se v podstavené nádobě *D* a přepadem *d* skapávala do výlevu. S válcem spojena byla měrná trubice *E*, opatřená dělením na desetiny *cc* a dvojcestným kohoutem *c*. Byreta byla v plášti *F* naplněném

vodou, jejíž teplotu bylo možno měřiti na jemném teploměru. Když v byretě, jež spojena byla s vyrovnávací lahvičkou *G*, nedal se již žádný plyn konstatovati a celý prostor baňky byl vyplněn parami, bylo možno přistoupiti k rozkladu. Do dělící nálevky *B* dáno reagens, připravené dle předpisu Finziho a Rapuzziho a opatrně spuštěno do nádoby *A* a vařeno tak dlouho, dokud unikal plyn, pak změřen jeho volum a teplota. Získána tato čísla:

| Odváženo po 1 g látky: | Naměřeno cc plynu | Jeho teplota | Tlak barometrický | Vypočtěno bez korrekce (*a*) | S korrekcí obou autorů (*b*) | Skutečný obsah % | Difference | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | (*a*) | (*b*) |
| $PbO_2$ (I.) | 54·2<br>54·4<br>54·35 | 19·2<br>18·5<br>20·1 | 729<br>728<br>729 | 101·5% | 94·19% | 92·85 | + 7·25% | + 1·34% |
| $PbO_2$ (II.) | 56·45<br>56·60 | 20·8<br>20 | 722·5<br>728 | 103·8% | 96·32% | 96·14 | + 7·66% | + 0·18% |
| $PbO_2$ (IV.) | 53·0 | 21·2 | 722·5 | 97·21% | 90·22% | 88·80 | + 8·41% | + 1·42% |

Z hodnot zde nalezených jest patrno, že methoda dává výsledky velmi vysoké, chyba neleží snad v tom, že autoři ji srovnávali s jinou, která poskytuje chybné, nízké hodnoty, nýbrž leží v podstatě methody samotné. Difference jsou značné, obnášejí 7·25% až 8·41%, když zavede se pak faktor autory uvedený a empyricky určený, že totiž 1 *cc* dusíku odpovídá 0·01981 *g* $PbO_2$ při 0° a 760 *mm*, místo theoretického 0·02134 *g* pohybují se difference v mezích + 1%. Abychom zjistili, zda snad reagens samotno nevyvinuje varem dusík, byl proveden slepý pokus a shledáno, že množství jeho zde používané vyvinuje plynu průměrně 1 *cc* při 19·4° C a 728 *cc* tlaku. Zavede-li se tato korrekce, pak výsledky jsou následující:

$PbO_2$ I. . . . . 92·70% oproti 92·85%
$PbO_2$ II. . . . . 96·07% oproti 96·14%
$PbO_2$ III. . . . . 88·67% oproti 88·73%

Dle našeho soudu zasluhuje methoda pozornosti, ačkoliv uvedené okolnosti mluví proti ní. Pro praktickou potřebu to-

vární se nehodí, jelikož vyžaduje poměrně komplikovaného přístroje.

Uzavírajíce naši práci, považujeme za nutné, zmíniti se o několika pokusech, jimiž snažili jsme se methodu právě zmíněnou převésti na jednoduchou azotometrickou, při níž rozklad by se děl za chladu. Zkusili jsme použiti ku rozkladu vyšších kysličníků olova hydroxyd hydrazinu a jako agens rozpouštěcí hydroxyd draselnatý. Tu reakce



$$PbO_2 + 2\,NH_2\,.\,OH + 2\,KOH = Pb(OK)_2 + 4\,H_2O + N_2$$

probíhá, ač zvolna, již za chladu.

Reagens naše připraveno bylo z 35 *g* hydroxydu barnatého, rozpuštěného ve 150 *cc* vyvařené vody, do něhož vneseno 25 *g* jemně třeného hydrazinsulfátu. Užíván filtrát.

Ku práci vzat byl azotometr, do jehož rozkladné nádoby odvažován kysličník olovičitý, a do vnitřní epruvety odměřováno reagens s určitým množstvím hydroxydu draselnatého, po uzavření a odečtení, zkoumavka zvrhnuta a po delší době i vyrovnání teploty, když objem plynu se již neměnil, odečten, jakož i jeho teplota i barometrický tlak.

Výsledky byly tyto:

| Odváženo látky | Přidáno cc činidla | Přidáno cc roztoku: 50 g KOH v 40 cc vody | Naměřeno plynu: | Teplota jeho | Tlak barometrický | Odpovídá | Skutečná hodnota | Difference |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0·5 g $PbO_2$ (I.) | 12 | 5 | 23·95 | 16·7 | 733·5 | 91·14% | 92·85% | — 1·71% |
| 0·5 g $PbO_2$ (II.) | 10 | 4 | 24·3 | 16·3 | 737·0 | 94·26% | 96·14% | -- 1·88% |
| 0·5 g $PbO_2$ (III.) | 10 | 5 | 24·15 | 18 2 | 738·5 | 91·92% | 93·74% | — 1·82% |
| 0·5 g $PbO_2$ (IV.) | 10 | 5 | 22·8 | 17·6 | 740·0 | 87·16% | 88·80% | — 1·64% |

Výsledky přímo b e z z a v e d e n í f a k t o r u jsou příznivější nežli jaké získali Finzi a Rappuzzi při své methodě. Chyba jest tu pravděpodobně táž, jako při azotometrických methodách vůbec, něco dusíku se zadržuje v reakční tekutině. Ponecháváme propracování methody na pozdější dobu, jakož i eventuelní úpravu příslušné korrekční tabulky analogické tabulce Dittrichově.

Z druhého oddílu své práce činíme následující

**závěry:**

*a)* Methoda BUNSENOVA ku stanovení vyšších kysličníků olova dává, použije-li se vhodného přístroje, který v práci jest popsán, a provede-li se rozklad koncentrovanou kyselinou solnou, výsledky uspokojivé, max. o 0·1% nižší nežli theoretické. Zcela špatné resultáty nalezeny při aplikaci zředěné kyseliny solné. Jedna z příčin nízkých výsledků zaviněna jest pravděpodobně odštěpováním kyslíku co takového. Methoda BUNSENOVA pro praxi technickou není dosti expeditivní.

*b)* Methoda Luxova zvláště v modifikaci CHWALY a COLLEHO má pro praxi upotřebení, jelikož jest lacinou, nevyžaduje žádného zvláštního přístroje a výsledky dává dobré, o něco vyšší nežli theoretické. Nevýhodou její jest, že pracuje s roztoky, jejichž titr podléhá rychle změnám, že titrace provádí se v mediu kyseliny dusičné, obsahující často kyselinu dusíkovou. Tuto lze zrušiti přídavkem močoviny. Titrace ku konci jde velmi zvolna jest pravděpodobné, že bylo by ji možno urychliti přičiněním dusičnanu manganatého.

*c)* Methoda Finziho a Rapuzziho, založená na rozkladu octanu hydrazinu v octovém prostředí kyselinou octovou, v podobě, jak ji autoři popsali, dává i když použije se empirického faktoru jimi stanoveného, výsledky velmi vysoké. Nalezena difference až 1·4%. Chyba neleží však v tom, že autoři ji srovnávali s methodou Diehlovou v modifikaci Topfa, jež dává nízké výsledky, nýbrž v samotné její podstatě.

*d)* Zkoušeli jsme, zda nebylo by možno použiti ku stanovení vyšších kysličníků olova reakci:



$$PbO_2 + 2NH_2 . OH + 2KOH = Pb(OK)_2 + 4H_2O + N_2$$

jež při kysličníku olovičitém prochází již za chladu, takže možno pracovati v azotometru. Výsledky jsou příznivější, nežli jaké dává methoda Finziho a Rapuzziho, jsou nižší nežli theoretické, jelikož reakční tekutina zadržuje něco dusíku.

V Praze, v říjnu 1913.

*Z laboratoře chemické technologie anorganických látek na c. k. české vysoké škole technické v Praze.*

XVI.

# Ueber die Haemocytozoen einiger kaukasischen Reptilien.

Von Dr. **Václav Breindl.**

(Mit 4 Textfiguren).

Vorgelegt in der Sitzung den 22. Mai 1914.

Im Juni bis August 1913 weilten die Herren J. Komárek und † Dr. J. Veselý auf einer zoologischen Expedition im Kaukasus. Durch die Liebenswürdigkeit derselben bekam ich zur Bearbeitung eine Serie der Blutpraeparate von einigen kaukasichen Reptilien.

Dieses Material, von dem ich in der vorliegenden Mitteilung die oben erwähnten Haemocytozoen beschreibe, rührt von der russisch-persischen Grenze her, von der Steppe nächst dem Städtchen Ordubat, am linken Ufer des Araxus. In den späten Sommermonaten, als diese Blutpraeparate verfertigt wurden, waren auf der erwähnten Lokalität nur drei Arten der Eidechsenformen in grösserem Masse vertreten.

Was die klimatischen Verhältnisse und den Charakter der Gegend anbelangt, sind diese Orte in der meisten Jahreszeit ohne Feuchtigkeit und deshalb, ausgenommen die Partien der Gebirgsbäche, vollständig ausgetrocknet. Auch die Temperatur erreicht hier, besonders in den Sommermonaten, wie man von der binnenländischen Lage erwarten kann, bedeutende Höhe (bis 50° C), was allerdings für die Entwickelung der Blutparasiten äusserst günstig zu sein scheint.

In dem Material, von welchem die Blutausstriche verfertigt wurden, sind drei Spezies vertreten: *Lacerta muralis*

*var. strigata, Eremias arguta* und *Acanthodactylus (sp.?),* eine steppische Sandform. Am meisten kommt in der genannten Lokalität die Sandeidechse vor, neben dieser dann *Eremias* und endlich *Lacerta muralis var. strigata*, welche in den Ordubatsanlagen und den armenischen Gebirgswäldern gefangen wurde.

Die Blutpraeparate wurden auf bekannte Weise verfertigt und nach dem Eintrocknen mit Methylalkohol fixiert, worauf sie in der Feuchtigkeit aufbewahrt wurden. In einem ganz unverletzten Zustande habe ich sie mit Giemsa-Lösung gefärbt, einerseits in einer schwachen, anderseits in der gewöhnlich benützten Lösung (1 Tropfen auf 1 *ccm* dest. Wasser mit einigen Tropfen des Natriumkarbonat).

Die Infektion habe ich bereits bei der Durchsuchung der noch nicht gefärbten Praeparate konstatiert, wo die Parasiten in bedeutend vergrösserten Erythrozyten durch ihre lichtbrechende Umrisse des Körpers und durch die gebogene Form zum Vorschein kommen. Nach der Untersuchung der gefärbten Praeparate habe ich festgestellt, dass die *Lacerta muralis* keine Infektion aufweist, während die zwei anderen Arten stark infiziert sind. Diese Infektion ist daher bedeutend und erscheint in jedem Gesichtsfelde durch eine grosse Zahl von parasitenhaltigen Blutkörperchen. Die Infektion der beiden Arten weist dieselben Parasiten auf, was wahrscheinlich durch eine und dieselbe Lokalität bedingt ist. Nur in der Zahl der Parasiten besteht ein bedeutender Unterschied, indem nämlich die *Eremiasart* schwächer als die Sandeidechse infiziert ist. Die Parasiten kann man in vier Formen einteilen.

**Die erste Form** (Fig. 1) wird hauptsächlich durch zwei Kennzeichen scharf charakterisiert: das Plasma und die Kernstruktur. Der Parasit liegt in der Längsachse des Blutkörperchens, von einem Pol zum anderen, wobei er mit seiner inneren Körperseite parallel mit dem Kerne des Erythrozyten liegt oder denselben berührt. Das Plasma nimmt einen hellblauen Ton an, welcher sich dem Tone des Plasma des Blutkörperchens nähert, sodass man haüfig nur schwer die Konturen des Parasiten feststellen kann. Im Plasma befinden sich die Vakuolen, entweder von verschiedener Grösse, wobei

die grösseren in der breiteren Partie des Körpers sind, oder von gleicher Grösse. Sie liegen an beiden Polen des Parasiten. Ihre Konturen sind scharf und vollständig regelmässig, sphärisch, und scheinen im Innern einen hellblauen Schimmer zu haben. Sie entsprechen den Gebilden, die Reichenow beim *Karyolysus* beschreibt und als Reservestoffvakuolen erklärt. Ein anderes typisches Zeichen neben den Vakuolen ist der Kern, welcher mehr als ein Drittel des ganzen Parasitenkörpers einnimmt und meistens nahe dem breiteren Pole liegt.

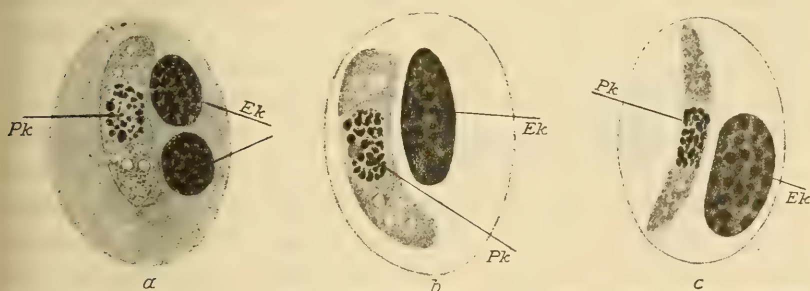



Fig. 1. *a*, *b*, *c*. *Pk* Kern des Parasiten. *Ek* Kern des Erythrocyten.

Niemals weist er eine deutliche Kernmembran auf, sondern grenzt sich gegen das Plasma durch einen hellrot gefärbten Hof ab. In der inneren Struktur zeigt er unregelmässige Granula, die entweder in sphärischen oder gestreckten Formen vorkommen und verschiedene Zahl und Grösse aufweisen. Sind sie grösser, dann wird ihre Zahl vermindert, sind sie kleiner, nehmen sie an der Zahl zu.

Auf diesen Granulen kann man bei starker Vergrösserung einen sich transparent rot färbenden und einen dunkelrot gefärbten, an den ersten sich bindenden Teil unterscheiden. Die Körnchen sind am meisten an den beiden Polen des Kernes konzentriert. Bei einigen Individuen habe ich auf der Peripherie des Kernes, und zwar an seiner Seite ein Gebilde von beinahe sphärischer Form bemerkt, von meistens unregelmässigen Konturen, welches sich rotviolett färbte (Fig. 1 *b*). Meiner Meinung nach handelt es sich hier um etwas ähnliches, was Reichenow als »B i n n e n k ö r p e r« bezeichnet.

Es gibt zwei Arten von dieser Form. Eine von ihnen zeichnet sich durch grössere Breite und ein mächtigeres mehr abgerundetes Körperende aus; die zweite Art dagegen ist schlanker, schmäler und auf beiden Enden zugespitzt. Neben den Formenunterschieden habe ich auch Grössenunterschiede festgestellt, die freilich durch den Wuchs bedingt sind. Die Grösse dieser Formen beträgt 14—18 $\mu$ der Länge und 2—4 $\mu$ der Breite.

Die durch diese erste Parasitenform infizierten Blutkörperchen sind stark wie in die Länge als auch in die Breite vergrössert, ihr Plasma ist heller gefärbt als bei den normalen Blutkörperchen, und man sieht klar, dass es in der Richtung von Zentrum zur Peripherie abnimmt, so dass es scheint, als ob es um den Erythrozytenkern und den Parasiten eine Membran gegen das äussere Plasma existiere. Der Kern des Blutkörperchens ist gedehnt und ist nur wenig von seiner Zentrallage verschoben. Die Kernmembran ist noch vorhanden, dagegen weist bereits die innere Struktur einige Degenerationsveränderungen auf. In einem anderen Falle (und zwar bei den grossen breiten Stadien) scheint das Plasma des Blutkörperchens zum Parasitenkörper konzentriert zu sein und zeigt den stärkesten Färbungston auf der dorsalen Seite des Parasiten und zwischen ihm und dem Erythrozytenkerne. Das in einem Falle infizierte Blutkörperchen zeigte zwei Kerne mit deutlichen Membranen und unverletzten Innenstrukturen.

Was die Zahl anbelangt, in welcher diese erste Art im Verhältnisse zu der anderen vertreten ist, kommt dieselbe seltener vor, was allerdings für den Charakter der Infektion sehr wichtig ist.

Die **zweite** Parasitenart (Fig. 2) zeichnet sich durch eine langgestreckte Körpersform und verschiedene Stufe ihrer Biegung. Ihr Plasma zeigt nie Vakuolen, sondern es ist hyalin und homogen, ausgenommen die Pole, wo es satter gefärbt zu sein pflegt. Die Breite des Körpers ist überall gleich oder enger in der Mitte, was durch die Adaption zur Lage des Erythrozytenkernes veranlasst ist. Nur einigemal erscheinen im Plasma Stellen mit satter Färbung. Der Kern dieser Form zeigt die verschiedensten Variationen. Man kann dabei die Übergänge zum Typus der ersten Parasitenart fin-

den, wobei der zu einem Pole näher liegende Kern beinahe eine sphärische Form hat, indem er auf seiner Peripherie chromatisch gefärbte Granula, in der Mitte dann ein sphärisches Körperchen zeigt, welches jenen an der Peripherie analog ist (Fig. 2 *c*). In einem anderen Falle enthält er sechs sphärische Körperchen, deren Zentrum einen hellen Hof zeigt; dabei ist der Kern ausgedehnter. Diese Struktur ist derjenigen ähnlich, welche MINCHIN bei einer Haemogregarine von *Agama tuberculata* aus der Himalaya beschreibt. Von diesen sechs Kör-

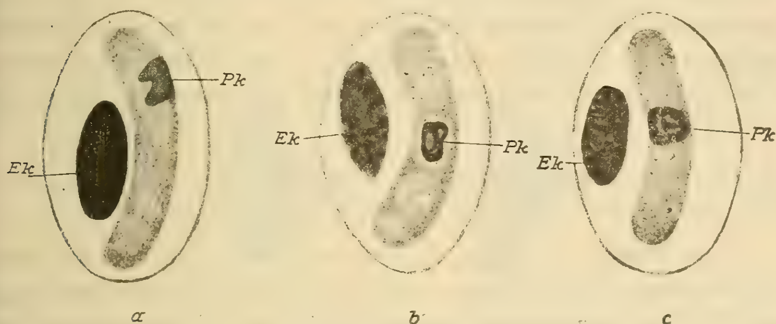



Fig. 2. *a*, *b*, *c*. *Pk* Kern des Parasiten. *Ek* Kern des Erythrocyten.

perchen liegen immer zwei und zwei nebeneinander. In anderen Fällen ist der Kern stark ausgedehnt, geht von einem Pole des Körpers hervor und lehnt sich in seinem Durchlaufe an die konvexe Seite des Körpers; dabei ist seine Struktur spiralförmig, ähnlich wie der Kern der Opalinen. Bei anderen Individuen verlauft der Kern in der Form von zwei Fäden, welche sich an die beiden Körperseiten anlegen, konkav und konvex, und zwischen beiden diesen Fäden verlaufen quere Verbindungen. Ein andersmal wieder weist der Kern eine bandartige Struktur auf (Fig 2 *b*) und scheint auch von einem breiten Faden zusammengesetzt zu sein, welcher sich verschiedenartig wickelt und biegt. Dieser Typus, welcher ziemlich oft vorhanden ist, macht denselben Eindruck wie die ähnliche Kernstruktur, welche MINCHIN bei manchen Stadien der obengenannten Haemogregarine beschreibt.

Die Form und Grösse dieser Art variiert verhältnismässig sehr wenig. Als jüngere Stadien kann man jene Formen

annehmen, die neben kleineren Dimensionen sich auch durch eine gebrochene Körperform und ihre Lage auszeichnen, welche sich manchmal beinahe an der queren Achse des Blutkörperchens befindet. Die Grösse dieser zweiten Art (nach dem Masse der grössten Stadien) beträgt 18—20 $\mu$ in der Länge und 3—4 $\mu$ der Breite.

Die durch diese zweite Art infizierten Blutkörperchen sind stark wie in die Länge, so auch in die Breite vergrössert. Ihr Plasma färbt sich schwächer als jenes der normalen, aber der Ton der Färbung ist stärker als bei den durch die erste Parasitenart infizierten Erythrozyten. Der Kern des Blutkörperchens ist beinahe unberührt, ist von normaler Grösse, seine Lage ist selten exzentrisch und die Form in die Länge ausgedehnt.

In der ganzen Infektion übertrifft die Zahl der Parasiten dieser Art (mit der vierten) die anderen.

Die **dritte** Art (Fig. 3) unterscheidet sich scharf neben der Struktur des Plasmas und des Kernes durch ihre Lage und die Veränderungen, welche sie in den Erythrozyten hervorruft. Die Form dieser Art ist eine ganz gerade. Dabei ist ihre grösste Breite in der Mitte des Körpers, welcher gegen ihre beiden Pole enger und spitzig wird. Das Plasma ist vollkommen klar, hyalin und zeigt nur selten kleine Granulen, regelmässig über den ganzen Körper zerstreut. Auf den beiden Polen aber ist das Plasma ziemlich stark blautönig gefärbt. Oft hat es auch einen rosigen Schimmer. Der Kern dieser Form hat zwar verschiedene Lagen, liegt jedoch meistens auf der Seite, welche dem Blutkörperchenkerne mehr entfernt ist (Fig. 3 *a*). Eine Mittellage des Kernes kommt selten vor und der Kern hat in solchen Fällen eine homogene Struktur und unregelmässige Konturen. Das anderemal liegt der Kern, stark chromatisch gefärbt, bei der äusseren Seite des Körpers und hat eine stangenartige Form. In den meisten Fällen liegt der Kern mehr gegen den Pol und von diesem streckt er sich zu einer Körperseite; dabei hat er die Form eines Fadens mit breiterer Basis und zeigt eine spiralige Struktur, wobei man ein heller sich färbendes Substrat und dunkeles Chromatin bemerken kann, welches sich an das

erstere bindet. Diese Art des Kernes nähert sich jener bandförmigen bei der vorgehenden Parasitenart.

Auch hier können wir zwei Formen unterscheiden: die eine ist breiter und auf den beiden Polen beinahe halbkreisförmig abgerundet; die zweite ist enger, ausgedehnter und auf den beiden Enden spitziger. Die Grösse dieser dritten Art beträgt 12—14 der Länge und 3—4 der Breite (in der Mitte des Körpers).

Der Einfluss dieser Parasitenart auf die Blutkörperchen ist am grössten. Die Veränderungen erfolgen im Kerne und




Fig. 3. *a*, *b*. *Pk* = Kern des Parasiten. *Ek* = Kern des Erythrocyten.

im Plasma. Diese Parasiten dringen in den Kern ein und zerstören ihn. Sie scheinen eine Membran um sich zu haben, einen hellen Hof gegen das Plasma der Blutkörperchen. Der Kern der Erythrozyten wird häufig in zwei Hälften zerrissen, welche sich dann stangenartig längs des Parasitenkörpers legen. Ein andermal wieder bildet der zerstörte Kern die lobopodienartige Gebilde (Fig. 3 *b*), mit welchen er den Parasiten umschlingt oder an einem Pole kappenartig deckt. Oft veranlasst der Kern durch das Eindringen des Parasiten eine Umhüllung des ganzen Körpers. Die Degenerationsveränderungen des Kernes zeigen sich in der Absorption des Chromatins das immer abnimmt, bis zuletzt nur eine unbestimmte Kontur des Karyoplasma vorhanden bleibt. Oft kann man sehen, wie der Inhalt des Kernes den Parasitenkörper in Strömen durchdringt. Neben dem Kerne ist es auch das Plasma, welches bedeutende Degenerationsveränderungen durchmacht.

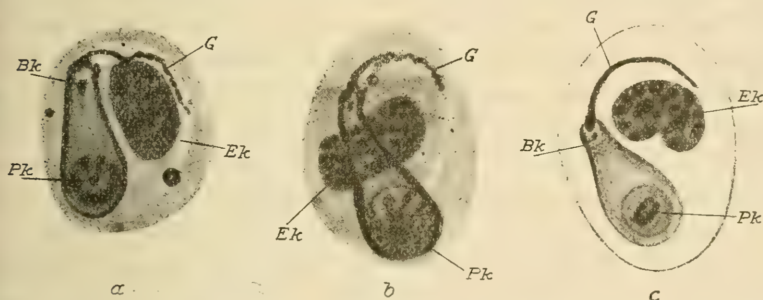
Anfangs kann man noch die Spuren von einem peripheren Plasma des Blutkörperchens finden, später aber reduziert sich dasselbe auf die Partie um den degenerierenden Kern, welche sich noch mit einem blauen Tone färbt, gemischt mit der rosigen Färbung des Karyoplasma des Erythrozytenkernes. In den extremen Fällen wird die Zellmembran des Blutkörperchens völlig zerstört und der Überrest des Entoplasma vermischt sich mit dem Karyoplasma. Man kann deshalb diese Erscheinung der Parasitenwirkung als »Karyolysis« charakterisieren.

In der Zahl ist diese Parasitenart geringer als die zweite und vierte, doch überwiegt sie die erste Art.

Wenn ich jetzt über die **vierte Form** eines endoglobulären Parasiten zu sprechen komme, so muss ich schon von vornherein einen Zweifel aussprechen, ob es sich überhaupt um eine Haemogregarine handelt. Wie die Fig. 4 *a, b, c,* veranschaulicht, weicht dieser Parasit in allen Merkmalen von den bisher beschriebenen Haemogregarinen ab, dass es sich vielleicht um eine ganz neue Gattung handelt. Ich muss aber die ganze Frage offen lassen, da zu der definitiven Entscheidung über die Zugehörigkeit des Parasiten und dessen Entwicklungsgeschichte ausführliche Untersuchungen an Ort und Stelle anzustellen sind.

Wie die Abbildungen veranschaulichen, handelt es sich um eine Flagellatenform, die mit den geissellosen Haemogregarinen nichts gemeinschaftliches hat. Der Parasit ist flaschenförmig, am vorderen Körperende stark verschmälert, nach hinten allmählig angeschwollen. Hier, in dem Hinterkörper liegt der verhätlnismässig grosse Kern mit dem zentral liegenden sphärischen Körperchen, das warscheinlich dem Karyosom entspricht und mit den peripher liegenden Körnchen durch radiere Fädchen verbunden ist. Das Vorderende des flagellatenförmigen Parasiten besteht aus einem hyalinen Zytoplasma, in dessen Basis sich ein energisch färbendes Korn befindet, das füglich als ein Basalkörperchen oder Blepharoplast anzusehen ist. Die merkwürdigste Organelle des Parasiten ist indessen die stark sich färbende Geissel, welche von dem Basalkörperchen weit nach aussen hinausragt und immer bogenförmig im Zytoplasma der Erythro-

zyten hinausläuft. Infolge der Zusammenziehung in der Fixierungsflüssigkeit schrumpft die Geissel, und erscheint auf allen meinen Praeparaten als ein dickes, wellenförmig, oder sogar spiralförmig gewundenes Gebilde, meist von einem hyalinen Saume begleitet. Es ist dies die plasmalose Lücke in dem Erythrozyten, welche eben durch die Kontraktion der Geissel entsteht und nicht selten als ein hyalines Kanälchen im Zytoplasma hervortritt. Die Bedeutung der Geissel ist schwierig zu enträtseln. Wenn es sich in dem beschrie-




Fig, 4. *a, b, c*) *Pk* = Kern des Parasiten. *Ek* Kern des Erythrocyten. *Bk* = Basalkörperchen. *G* = Geissel.

benen Parasiten um ein Entwicklungsstadium der Haemogregarinen handelt, — wozu indessen keine Gründe vorliegen — so hätten wir in der Geissel eine Vorrichtung zu suchen, mittels welcher der Parasit die Erythrozyten angreift und wahrscheinlich in deren Zytoplasma eindringt. In diesen Falle hätten es wir mit der interessantesten Tatsache zu tun, dass die Vorfahren der Haemogregarinen freilebende Flagellaten waren.

Diese Annahme dürfte sich natürlich nur durch weitere Untersuchungen bestätigen.

Schliesslich ist noch der dicken Umhüllung des Körpers zu gedenken. Äusserlich ist nämlich das ganze Tier von einem dicken homogenen Häutchen umgeben, das dicht dem inneren Zytoplasma anliegt und mit den von mir angewandten Färbungsmethoden immer intensiv dunkel erscheint, so dass von einer histologischen Analyse dieser Hülle sich nichts näheres ermitteln lässt.

Die Grösse dieser Art beträgt 27 $\mu$ der Länge (davon eine Hälfte fällt auf das Geisselgebilde) und 5 $\mu$ der Breite.

Die durch diese Parasitenart infizierten Blutkörperchen zeigen bedeutende Vergrösserung in die Breite. Ihr Plasma ist viel blässer als jenes der normalen, ihre Membran aber wird nie zerstört. Dagegen befinden sich bei allen im Entoplasma plasmalose Stellen, die wahrscheinlich durch das Geisselgebilde des Parasiten hervorgerufen werden. Der Kern macht Degenerationsveränderungen durch, indem seine innere Struktur zerstört wird und an dem Chromatin abnimmt. Oft findet man diese Parasiten durch das Vorderende durchdringen in den Erythrozytenkern, welcher sich dadurch manchmal in zwei zusammenhängende Hälften zerspaltet, so dass er den Eindruck des sich teilenden Kernes macht. So eine extreme Degeneration, wie bei der dritten Parasitenart durch den Einfluss dieser letzteren, erfolgt hier nicht. Was ihre Zahl betrifft, ist diese gleich jener der zweiten Art.

Weder die Übergangsstadien zwischen diesen einzelnen Arten, noch die freien Parasitenformen habe ich gefunden, was allerdings diese Infektion als eine fortgeschrittene charakterisieren kann.

Was die Artbestimmung betrifft, glaube ich, dass es sich hier um zwei Formen handelt, wobei die ersten drei Parasitenarten der Gattung *Karyolysus* angehören. Die vierte Art, soweit mir bekannt ist,*) wurde bis heutzutage nicht beschrieben und nimmt vielleicht eine selbständige Stelle ein, zu deren Artbestimmung vor allem eine grössere Menge des Materials und Kenntnis des Entwickelungszyklus erforderlich ist. Vor allem ist hier besonders zum Studium des Geisselgebildes die Beobachtung des lebenden Materials nötig.

Alle Textfiguren wurden mit C. Reichert's Zeichenapparat bei Zeiss Apochr. 2 *mm*, Okk. V hergestellt. Die Details wurden dann bei Kompensationsokkularen VIII, XII, XVIII eingezeichnet.

Prag, den 22. Mai 1914.

---

*) Die Abhandlung von Finkelstein war mir nicht zugänglich.

**Literaturverzeichniss:**


1. Börner C.: Untersuchung über Haemosporidien. Zeitschr. für wiss. Zoologie LXIX, p. 398, 1901.
2. Dobell C.: Some notes on the haemogregarines parasitic in snakes. Parasitology Vol. I. No. 4. 1908.
3. Doflein: Lehrbuch der Protozoënkunde 1911.
4. Laveran u. Petit: Contribution à l'étude de Haemogregarina lacertae. Com. ren. des séances de l'Academie des Sciences 1908.
5. —: Sur une hémogrégarine du Python Sebai. Ibid. 1909.
6. —: Sur une hémogrégarine de Pituophis melanoleucus. Ibid. 1909.
7. —: Sur une hémogrégarine nouvelle de Damonia subtrijuga. Ibid. 1910.
8. —: Contribution à l'étude des hémogrégarines de Clemmys leprosa et de Chelodina longicollis. Bull. de la Société de Pathologie Exotique. 1909.
9. —: Contribution à l'étude des hémogrégarines de quelques Sauriens d'Afrique. Ibid. 1909.
10. Minchin E. A.: On a haemogregarine from the blood of a himalayan lizard (Agama tuberculata). Proceed. of the Zool. Soc. of London 1908.
11. —: Report on a collection of bloodparasites. Sleep. sickn. commission in Uganda 1908—9.
12. Prowazek S. von: Untersuchungen über Haemogregarinen. Arb. aus dem kaiserl. Gesundheitsamte XXVI.
13. Reichenow E.: Haemogregarina Stepanowi. Die Entwickelung einer Haemogregarine. Arch. f. Protist. Bd. XX.
14. —: Karyolysus lacertae, ein wirtswechselndes Coccidium der Eidechse Lacerta muralis und der Milbe Liponyssus saurarum. Arb. aus dem kaiserl. Gesundheitsamte XLV., III., 1913.


---

XVII.

# Exakte Treffpunktsbestimmung bei Verfolgungsaufgaben.

Von

**Anton Grünwald** in Prag.

Vorgelegt in der Sitzung am 22. Mai 914.

*Annahme:* Vom festen Punkte $\mathfrak{M}$ aus bewegt sich ein Punkt auf der durch $\mathfrak{M}$ beliebig (in der Ebene) gelegten Geraden $g$. Hiebei wird er von einem gleichzeitig im beliebigen festen Punkte $M'$ (dieser Ebene) aufbrechenden Punkte verfolgt, wobei der Verfolger sich

1. stets genau auf die jeweilige Lage des Verfolgten zu und

2. stets $n$-mal so rasch bewegt als der Verfolgte, wobei $n$ beliebig, $>1$, konstant angenommen wird.

*Aufgabe:* der Treffpunkt $S$ ist zu bestimmen, in welchem der Verfolgte vom Verfolger eingeholt wird.

Die Beachtung negativer Werte von $n$ ist unnötig, da sie nichts anderes liefern als — bei anderer Wahl der Richtstücke — die positiven Werte. Das konstante Verhältnis $n$ beider Geschwindigkeiten kann beliebig, muss aber $>1$ angenommen werden, falls überhaupt (bei Lagen von $M'$ ausserhalb $g$) ein Einholen zustandekommen soll.

*Lösung:* Setzt man die Länge

$$(\mathfrak{M}M') = d$$

und die Länge

$$\frac{1}{n^2-1}(\mathfrak{M}M') = \frac{d}{n^2-1} = a$$

und trägt man vom Punkte $\mathfrak{M}$ aus auf der Achse $\mathfrak{M}M'$ nach der von $M'$ abgekehrten Seite hin die Strecke

$$(\mathfrak{M}\mathfrak{M}') = \frac{d}{n^2 - 1} = a$$

vom Punkte $\mathfrak{M}$ bis zum Punkte $\mathfrak{M}'$ ab, so schneidet der Kreis über dem Durchmesser $\mathfrak{M}\mathfrak{M}'$ die Gerade $g$ ausser in $\mathfrak{M}$ noch in einem weiteren Punkte $\mathfrak{S}$.

Trägt man auf $g$ von $\mathfrak{S}$ aus nach beiden Seiten hin die Länge $na$ ab, wodurch man zu den Punkten $S_1$ und $S_2$ von $g$ gelangt, so sind $S_1$ und $S_2$ die gesuchten Treffpunkte; welcher von den beiden in Betracht kommt, hängt davon ab, nach welcher Seite auf $g$ hin sich der Verfolgte von $\mathfrak{M}$ aus gewendet hat.

Ändert man die Lage von $g$ durch $\mathfrak{M}$ (in der Ebene), so beschreibt der so konstruierbare Punkt $S$, von dem wir behaupten, dass er der Treffpunkt sei, eine Paskal'sche Schnecke, deren Gleichung in Polarkoordinaten

$$\varrho = na + a \cos \varphi$$

wird, wenn die Achse durch den Pol $\mathfrak{M}$ nach der von $M'$ abgekehrten Seite als positiv angenommen wird und die Winkel $\varphi$ von dieser Richtung ab gemessen werden.

So einfach auch diese Lösung und ihre Treffpunktsbestimmung mit Lineal und Zirkel allein bei beliebigem $n$ ist, erfordert der Beweis dennoch die Kenntnis der in Betracht kommenden

»Verfolgungskurven«,

besonders deren Bogenlängen $s$ zwischen $M'$ und $S$ und deren Tangentenlängen $d$, gemessen vom Berührungspunkte $M'$ bis zum Schnittpunkte der Tangente mit der Geraden $g$.

**Beweis:**

Die Gerade $g$ nehmen wir zur $x$ Achse, den Treffpunkt $S$ zum Anfange unseres rechtwinkeligen Koordinatensystemes $x$, $y$, dann sind die Parametergleichungen der hier in Betracht kommenden Verfolgungskurven ($n \neq 1$)

$$x = \frac{nc}{2}\left(\frac{t^{n-1}}{n-1} - \frac{t^{n+1}}{n+1}\right) \qquad y = c \, . \, t^n$$

(Statt $x$ könnte $x +$ Konst. gesetzt werden, was wir als für uns belanglos unterlassen.
$c$ ist eine willkürliche Konstante,
$t$ ein Parameter, $t = tg\frac{\varphi}{2}$,
wenn $\frac{dy}{dx} = \frac{2\,t}{1-t^2} = tg\,\varphi$ ist.)

Dies ergibt sich nämlich durch die Integration der Differentialgleichung der Verfolgungskurven: ($n \neq 1$)

$$dy\sqrt{1+\left(\frac{dx}{dy}\right)^2} = nd\left[x - y\frac{dx}{dy}\right].$$

Zum Zwecke unseres Beweises berechne man die Bogenlänge $s$ und man wird finden

$$s = \frac{nc}{2}\left(\frac{t^{n-1}}{n-1} + \frac{t^{n+1}}{n+1}\right),$$

ferner die Tangentenlänge $d$, welche sich wegen

$$d = \sqrt{y^2 + \left(x - \frac{s}{n}\right)^2} \quad \text{als}$$

$$d = \frac{c}{2}\left(t^{n-1} + t^{n+1}\right) \quad \text{ergibt.}$$

Hat man sich von der Richtigkeit dieser beiden Angaben über $s$ und $d$ überzeugt, so genügt die Substitution der beiden gefundenen Werte von $d$ und $s$ in die Gleichung der angegebenen Paskal-schen Schnecke, um auch die Richtigkeit unserer Behauptung zu erkennen:

$$\left(\cos\varphi = \frac{1-t^2}{1+t^2}, \text{ wenn } t = tg\,\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$\varrho = a\,(n + \cos\varphi) \qquad = \frac{d}{n^2-1}\cdot\frac{(n+1)+(n-1)\,t^2}{1 \quad + \quad t^2}$$

$$= \frac{c}{2}\,\frac{t^{n-1}}{n^2-1}\left[(n+1) + (n-1)\,t^2\right] = \frac{c}{2}\left(\frac{t^{n-1}}{n-1} + \frac{t^{n+1}}{n+1}\right)$$

$$= \frac{s}{n},$$

ganz unabhängig von $\varphi$ und damit von der Wahl der durch $\mathfrak{M}$ gelegten Geraden $g$, auf welcher sich der Verfolgte bewegt.

---

XVIII.

# Über die Funktion $(x)$.

Von **Franz Rogel** in Klagenfurt.

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Juni 1914.)

## I.

### Darstellung von $|x|$ $[=E(x)]$ durch Einheitswurzeln.

Die Abhängigkeit der arithmetischen Funktion

$$f(r) \equiv f\left(n - r\left|\frac{n}{r}\right|\right)$$

von $n$ und $r$ kann mittels der Einheitswurzel

$$\alpha = e^{i\frac{2\pi}{r}}$$

dergestalt zum Ausdruck gebracht werden, dass

$$F(x)$$

den Wert $f(\nu)$, $\nu \equiv n$, (mod $r$), $o \leqq \nu < r$
annimmt, wenn

$$x = \alpha^n$$

gewählt wird.

Denn zufolge einer bekannten Interpolations-Formel ist

$$F(x) =$$

$$= f_{(0)}\frac{(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\ldots(x-\alpha_{r-1})}{(\alpha_0-\alpha_1)(\alpha_0-\alpha_2)\ldots(\alpha_0-\alpha_{r-1})} + f_{(1)}\frac{(x-\alpha_0)(x-\alpha_2)\ldots}{(\alpha_1-\alpha_0)(\alpha_1-\alpha_2)\ldots}$$

$$\frac{\ldots(x-\alpha_{r-1})}{\ldots(\alpha_1-\alpha_{r-1})} + f_{(2)}\frac{(x-\alpha_0)(x-\alpha_1)\ldots(x-\alpha_{r-1})}{(\alpha_2-\alpha_0)(\alpha_2-\alpha_1)\ldots(\alpha_2-\alpha_{r-1})} + \ldots +$$

$$+f_{(r-1)}\frac{(x-\alpha_0)(x-\alpha_1)\ldots(x-\alpha_{r-2})}{(\alpha_{r-1}-\alpha_0)(\alpha_{r-1}-\alpha_1)\ldots(\alpha_{r-1}-\alpha_{r-2})}=$$

$$=\sum_{\tau=0}^{r-1}\frac{g(x)}{x-\alpha_\tau}\,\frac{f(\tau)}{h_\tau},\ldots. \quad (2)$$

wo

$$g(x)=x^r-1,$$

$$h_\tau=\frac{g(x)}{x-\alpha_\tau}\Bigg\}_{x=\alpha_\tau}=r\alpha^{-\tau},$$

somit

$$f\left(n-r\left|\frac{n}{r}\right|\right)=F(\alpha^n)=\frac{1}{r}(x^r-1)\sum_{\tau=0}^{r-1}f(\tau)\frac{\alpha^\tau}{x-\alpha^\tau}\Bigg\}_{x=\alpha^n}\ldots\ldots \quad (3)$$

Dieses Ergebnis lässt sich auch in die Form

$$f(r)=\sum_{\sigma=0}^{r-1}C_\sigma\,x^\sigma\Bigg\}_{x=\alpha^n}\ldots\ldots \quad (3^1)$$

bringen, wo sich $C_\sigma$ durch $\sigma$ — malige Differenziation bezüglich $x$ und Nullsetzung von $x$ independent bestimmt, und zwar ist

$$D_x^\sigma F(x)\Bigg\}_0=-\frac{1}{r}\sum_{\tau=0}^{r-1}(-1)^\sigma\,\sigma!\,f(\tau)\frac{\alpha^\tau}{(-\alpha^\tau)^{\sigma+1}}\Bigg\}_0=\sigma!\,C_\sigma,$$

folglich

$$C_\sigma=\frac{1}{r}\sum_{\tau=0}^{r-1}f(\tau)\alpha^{-\sigma\tau},\ldots\ldots \quad (4)$$

$$C_0=\frac{1}{r}\sum_{\tau=0}^{r-1}f(\tau).$$

Besondere Fälle.

$$f(z)=z^m.$$

Die Formeln (3) und (3'), (4) gehen wegen $f(0)=0$ über in

$$r^m=\left(n-r\left|\frac{n}{r}\right|\right)^m=\frac{1}{r}(x^r-1)\sum_{\tau=1}^{r-1}\tau^m\frac{\alpha^\tau}{x-\alpha^\tau}\Bigg\}_{x=\alpha^n},\ldots \quad (5)$$

$$=\sum_{\sigma=0}^{r-1} C_\sigma^{(m)} \alpha^{\sigma n}, \quad C_\sigma^{(m)} = \frac{1}{r}\sum_{\tau=1}^{r-1} \tau^m \alpha^{-\sigma\tau}, \quad C_0^{(m)} = \frac{1}{(m+1)\,r}\,\mathsf{B}(r)_{m+1} \quad \ldots (6)$$

Der reelle Teil der rechtsstehenden Reihe lässt sich so umgestalten, dass er nicht mehr in trigonometrischer Form erscheint. Betrachtet man denselben nämlich als Nullwert des $m^{ten}$ Differentialquotienten von

$$(6') \ldots \qquad \mathfrak{E}_\sigma = \left.\frac{y^r e^{rz} - 1}{ye^z - 1}\right\}_{y=\alpha^{-\sigma}} = \frac{e^{rz}-1}{ye^z-1}, \quad m>0,$$

$$y = \alpha^{-\sigma} = e^{-i\sigma\frac{2\pi}{r}},$$

so findet sich wegen $y^r = 1$

$$rC_\sigma^{(m)} = D_z^m \mathfrak{E}_\sigma \Big\}_{z=0} = r^m (y-1)^{-1} + \binom{m}{1} r^{m-1} D_z^1 (ye^z - 1)_0^{-1}$$

$$+ \binom{m}{2} r^{m-2} D_z^2 (ye^z - 1)_0^{-1} + \ldots + \binom{m}{m-1} r D_z^{m-1} (ye^z - 1)_0^{-1},$$

worin

$$D_z^k (ye^z - 1)_0^{-1} = -E_1^k y (y-1)^{-2} + E_2^k y^2 (y-1)^{-3} -$$

$$- E_3^k y^3 (y-1)^{-4} + - \ldots + (-1)^k E_k^k y^k (y-1)^{-k-1},$$ [1]

$$E_h^k = D_z^k (e^z - 1)_{z=0}^h = h^k - \binom{h}{1}(h-1)^k + \binom{h}{2}(h-2)^k - + \ldots$$

$$+ (-1)^{h-1} \binom{h}{h-1},$$

$$E_0^0 = 1, \quad E_0^k = 0, \ k>0; \quad E_1^k = 1, \quad E_k^k = k!, \quad E_h^k = 0, \text{ wenn } h>k.$$

Demnach ist

$$C_\sigma^{(m)} = \sum_{\mu=0}^{m-1} (-1)^\mu R_\mu y^\mu (y-1)^{-\mu-1},$$

---

[1] R. Hoppe.

$$C_0^{(m)} = \frac{1}{(m+1)r} \mathsf{B}(r)_{m+1}$$

und nach vollzogener Trennung des Imaginären vom Reellen mit Beachtung von

$$\alpha^{-\sigma} - 1 = 2 \sin \sigma \frac{\pi}{r} e^{i\left(\frac{\pi}{2} - \sigma \frac{\pi}{r}\right)},$$

$$\left(n - r \left|\frac{n}{r}\right|\right)^m =$$

$$= \sum_{\alpha=1}^{r-1} \sum_{\mu=0}^{m-1} \left(-1\right)^\mu R_\mu \left(2 \sin \alpha \frac{\pi}{r}\right)^{-\mu-1} \sin\left(-\frac{\mu}{2}\pi + (2n - \mu + 1)\sigma\frac{\pi}{r}\right)$$

$$+ \frac{1}{(m+1)r} \mathsf{B}(r)_{m+1} =$$

$$= \frac{1}{(m+1)r} \mathsf{B}(r)_{m+1} + \sum_{\alpha=1}^{r-1} \left\{ \sum_{\mu=0,2,4,}^{2\left|\frac{m-1}{2}\right|} (-1)^{\frac{\mu}{2}} R_\mu \left(2 \sin \sigma \frac{\pi}{r}\right)^{-\mu-1} \sin (2n - \mu + 1).\right.$$

$$\left. .\sigma\frac{\pi}{r} + \sum_{\mu=1,3,5,}^{2\left|\frac{m}{2}\right|-1} (-1)^{\frac{\mu+1}{2}} R_\mu \left(2 \sin \sigma \frac{\pi}{r}\right)^{-\mu-1} \cos (2n - \mu + 1) \sigma \frac{\pi}{r} \right\} \ldots \quad (7)$$

Hierin ist, wenn $2n - \mu + 1 = q, \quad \frac{\sigma\pi}{r} = u, \quad \sin u = v$ gesetzt wird

$$\sin q \text{ u. } v^{-\mu-1} = qv^{-\mu} - \frac{1}{3!} q(q^2 - 1)v^{-\mu+2} + - \ldots$$

$$+ (-1)^{\frac{\mu}{2}} \frac{q}{(\mu+1)!} (q^2 - 1)(q^2 - 3^2) \ldots (q^2 - \overline{\mu - 1}^2) \ldots$$

$$+ (-1)^{\frac{\mu}{2}+1} \frac{1}{(\mu+1)!} q(q^2 - 1) \ldots (q^2 - \overline{\mu + 1}^2) v^2 \pm \ldots$$

$$+ \frac{(-1)^{\frac{h-1}{2}}}{q!} q(q^2 - 1) \ldots (q^2 - \overline{q - 2}^2) v^{2n - 2\mu}, \qquad \mu \text{ gerade,}$$

$$\cos qu \,.\, v^{-\mu-1} = v^{-\mu-1} - \frac{q^2}{2!} v^{-\mu+1} + - \ldots$$

$$+\frac{(-1)^{\frac{\mu+1}{2}}}{(\mu+1)!}\, q^2(q^2-2^2)\ldots(q^2-\overline{\mu-1}^2)$$

$$+\frac{(-1)^{\frac{\mu-1}{2}}}{(\mu+3)!}\, q^2\ldots(q^2-\overline{\mu+1}^2)\, v^2\ldots+\frac{(-1)^{q/2}}{q!}\, q^2(q^2-2^2)$$

$$\ldots(q^2-\overline{q-2}^2)\, v^{2n-2\mu},$$

$\mu$ ungerade.

Dies berücksichtigend kommt nach Umkehrung der Summations-Ordnung in (7)

$$\left(n-r\left|\frac{n}{r}\right|\right)^m = \sum_{\varkappa}^{n} H_\varkappa \underset{2\varkappa}{S} + \frac{1}{(m+1)r}\,\underset{m+1}{\mathsf{B}r}, \tag{8}$$

$$\underset{\pm 2\varkappa}{S} = \sum_{\sigma=1}^{r-1} \sin^{\pm 2\varkappa}\frac{\sigma\pi}{r}, \tag{8'}$$

wo

$$Ho=(r-1)\left(\frac{2n+1}{2}R_0-\frac{R_1}{2^2}+\frac{2n-1}{2^3 3!}\, 2\overline{n-1}^2-1)\,R_2-\right.$$
$$\left.-\frac{1}{2!\,2^4}\,\overline{2n-2}^2\,R_3+\ldots\right),$$

$$\underset{-2}{H}=-\frac{2n-1}{2^3}R_2-\frac{2n-3}{2^5 3!}(2\overline{n-3}^2-1)\,R_4\ldots$$
$$+\frac{1}{2^4}R_3+\frac{2n-4}{2!\,2^6}\,\overline{2n-6}^2\,R_5+\ldots,$$

$$\underset{-4}{H}=\frac{2n-3}{2^5}R_4+\frac{2n-5}{2^7.3!}(\overline{2n-5}^2-1)\,R_6+\ldots$$
$$-\frac{1}{2^6}R_5-\frac{\overline{2n-6}^2}{2!\,2^8}R_7-\ldots,$$

$$H_2=-\frac{2n+1}{2.3!}(\overline{2n+1}^2-1)\,R_0-$$
$$-\frac{2n-1}{2^3.5!}(2\overline{n-1}^2-1)(2\overline{n-1}^2-3^2)R_2-\ldots$$
$$+\frac{(2n)^2}{2!\,2^2}R_1+\frac{1}{2^4 4!}\,\overline{2n-2}^2\,(\overline{2n-2}^2-2^2)\,R_3+\ldots$$

$$H_4 = \frac{2n+1}{2.5!}(\overline{2n+1}^2 - 1)(\overline{2n+1}^2 - 3^2) R_0 +$$
$$+ \frac{2n-1}{2^3 7!}(\overline{2n-1}^2 - 1)(\overline{2n-1}^2 - 3^2)(\overline{2n-1}^2 - 5^2) R_2 + \ldots$$
$$- \frac{1}{4!}\overline{2n}^2 (\overline{2n}^2 - 2^2) R_1 -$$
$$- \frac{1}{6!}\overline{2n-2}^2 (\overline{2n-2}^2 - 2^2)(\overline{2n-2}^2 - 4^2) R_3 - \ldots,$$

Die untere Grenze von $\varkappa$ in (8) ist $= -\frac{m}{2}$ oder $= -\frac{m-1}{2}$, jenachdem $m$ gerade oder ungerade ist.

Ersetzt man, um die $S_{2p}$ zu ermitteln, die Potenzen der Sinus durch die Cosinus der Vielfachen der Bögen, so kommt

$$S_{2p} = \sum_{\tau=1}^{r-1} \sin^{2p} \tau\omega =$$
$$(-1)^p 2^{-2p+1}$$
$$\left\{\begin{array}{l} \cos 2p.\omega - \binom{2p}{1}\cos(2p-2)\omega \ldots + (-1)^{p-1}\binom{2p}{p-1}\cos 2\omega + \frac{(-1)^p}{2}\binom{2p}{p} \\ + \cos 2p.2\omega - \binom{2p}{1}\cos(2p-2)2\omega \ldots + (-1)^{p-1}\binom{2p}{p-1} \\ \qquad \cos 2.2\omega + \frac{(-1)^p}{2}\binom{2p}{p} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ + \cos 2p(r-1)\omega - \binom{2p}{1}\cos(2p-2)(r-1)\omega \ldots + (-1)^{p-1}\binom{2p}{p-1} \\ \qquad \cos 2(r-1)\omega + (-1)^p\binom{2p}{p} \end{array}\right\}$$

$$= (-1)^p 2^{-2p+1}\left[\frac{\sin rp\omega \cos(r-1)p\omega}{\sin p\omega} - \right.$$
$$- \binom{2p}{1}\frac{\sin r(p-1)\omega \cos(r-1)(p-1)\omega}{\sin(p-1)\omega} +$$
$$+ \binom{2p}{2}\frac{\sin r(p-2)\omega \cos(r-1)(p-2)\omega}{\sin(p-2)\omega} - + \ldots$$
$$\left. + (-1)^{p-1}\binom{2p}{p-1}\frac{\sin r\omega \cos(r-1)\omega}{\sin\omega} + (-1)^p \frac{r}{2}\binom{2p}{p}\right\} + z, \ldots . (9)$$

$$\text{wo } \omega = \frac{\pi}{r} \text{ und } z = 1 - \binom{2p}{1} + \binom{2p}{2} - + \ldots + (-1)^p \binom{2p}{p-1} + \\ + \frac{(-1)^{p+1}}{2} \binom{2p}{p} = o.$$

Nun verschwinden in dem Klammerausdruck alle jene Brüche, deren Nenner von der Nulle verschieden sind, während die andern, wo $p-\lambda$ des Nenners $\sin(p-\lambda)\omega$ ein Vielfaches von $r$ ist, in der unbestimmten Form $\frac{o}{o}$ erscheinen. Nach Auswertung derselben findet sich

$$S_{2p} = \frac{r}{2^{p-1}} \mathfrak{S}_{2p},$$

$$\mathfrak{S}_{2p} = \frac{1}{2}\binom{2p}{p} + (-1)^r \binom{2p}{p-r} + \binom{2p}{p-2r} + (-1)^r \binom{2p}{p-3r} + \ldots + \\ + (-1)^{\lambda r} \binom{2p}{p-\lambda r} + \ldots \quad (10)$$

woraus folgt, dass für

$$r > p \qquad : \mathfrak{S}_{2p} = \frac{1}{2}\binom{2p}{p} \text{ also unabhängig von } r,$$

$$2r > p \geqq r : \mathfrak{S}_{2p} = \frac{1}{2}\binom{2p}{p} + (-1)^r \binom{2p}{p-r},$$

$$3r > p \geqq 2r : \mathfrak{S}_{3p} = \frac{1}{2}\binom{2p}{p} + (-1)^r \binom{2p}{p-r} + \binom{2p}{p-2r},$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$(k+1)r > p \geqq kr$:

$$\mathfrak{S}_p = \frac{1}{2}\binom{2p}{p} + (-1)^r \binom{2p}{p-r} + \ldots + (-1)^{kr} \binom{2p}{p-kr}.$$

Zwischen den $S$ mit geradem Index bestehen Beziehungen, die sich aus den Gleichungen

$kr$ gerade

$$a_1 v + a_3 v^3 + \ldots + a_{kr-1} v^{kr-1} = \frac{\sin kr \cdot u}{\cos u} = o, \ldots (\odot)$$

$$b_1 v + b_3 v^3 + \ldots + b_{kr} v^{kr} = \sin kr.u = o, \ldots \quad (\mathfrak{C})$$

$$u = \frac{\sigma\pi}{r}, \quad \sin u = v, a_{2\nu+1} = (-1)^\nu 2^{2\nu+1} \binom{\frac{kr}{2}+2\nu-1}{2\nu+1},$$

$$b_{2\nu+1} = (-1)^\nu \frac{2^{2\nu}}{2\nu+1} \binom{\frac{kr-1}{2}+\nu}{2\nu},$$

$kr$ ungerade

ergeben, wenn diese durch $v$ dividiert und mit $v, v^3, v^5 \ldots$ multipliziert werden. Durch Addition der hieraus für $\sigma = 1, 2, 3, \ldots, r-1$ hervorgehenden Gleichungen kommt dann

$$\left.\begin{array}{l} a_1 + a_3 S_2 + a_5 S_4 + \ldots + a_{kr-1} S_{kr-2} = 0, \\ a_1 S_2 + a_3 S_4 + a_5 S_6 + \ldots + a_{kr-1} S_{kr} = 0, \\ a_1 S_4 + a_3 S_6 + a_5 S_8 + \ldots + a_{kr-1} S_{kr+2} = 0, \end{array}\right\} \ldots (11) \quad kr \text{ gerade},$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$\left.\begin{array}{l} b_1 + b_3 S_2 + b_5 S_4 + \ldots + b_{kr-1} S_{kr-1} = o, \\ b_1 S_2 + b_3 S_4 + b_5 S_6 + \ldots + b_{kr-1} S_{kr+1} = o, \\ b_1 S_4 + b_3 S_6 + b_5 S_8 + \ldots + b_{kr-1} S_{kr+3} = o, \\ \ldots \end{array}\right| \begin{array}{l} (11') \\ kr \text{ ungerade}; \end{array}$$

$$k = 1, 2, 3, \ldots$$

Es kann nun die Frage nach der Anzahl $A$ von Relationen (11) bezw. (11′) aufgeworfen werden, welche zwischen den $S_{2p}$ bestehen, deren Index $2n$ nicht übertrifft. Ist $\mathfrak{a}_k$ die Anzahl derselben für ein bestimmtes $k$, so hat man

*a)* bei geradem $r$:

$$\mathfrak{a}_1 = n - \frac{r}{2} + 2,$$

$$\mathfrak{a}_2 = n - 2\frac{r}{2} + 2,$$

$$\mathfrak{a}_3 = n - 3\frac{r}{2} + 2,$$

. . . . . . . . .

$$\mathfrak{a}\left|\frac{n}{r}\right| = n - \left|\frac{n}{r}\right| \frac{r}{2} + 2,$$

somit $\mathfrak{a}_1 + \mathfrak{a}_2 + \mathfrak{a}_3 \,.\,.\, + \mathfrak{a}_{\left|\frac{n}{r}\right|} = A = \left|\frac{n}{r}\right| \left[n + 2 - \frac{r}{4}\left(\left|\frac{n}{r}\right| + 1\right)\right]$;

*b)* bei ungeradem $r$

$$\mathfrak{a}_1 = n - \frac{r-1}{2} + 2,$$

$$\mathfrak{a}_2 = n - 2\,\frac{r}{2} + 2,$$

$$\mathfrak{a}_3 = n - 3\,\frac{r-1}{2} + 2,$$

$$\mathfrak{a}_4 = n - 4\,\frac{r}{2} + 2,$$

. . . . . . . . . . . .

demnach $\mathfrak{a}_1 + \mathfrak{a}_2 + \mathfrak{a}_3 + \ldots + \mathfrak{a}_{\left|\frac{n}{r}\right|} = A =$

$$= \left|\frac{n}{r}\right| \left[n + 2 - \frac{r}{4}\left(\left|\frac{n}{r}\right| + 1\right) + \frac{1}{8}\left|\frac{n}{r}\right|\right]$$

oder

$$= \left|\frac{n}{r}\right| \left[n + 2 - \frac{r}{4}\left(\left|\frac{n}{r}\right| + 1\right)\right] + \frac{1}{8}\left(\left|\frac{n}{r}\right| + 1\right)^2,$$

jenachdem $\left|\frac{n}{r}\right|$ gerade oder ungerade ist.

Es erübrigt noch die $S$ mit negativem Index in einer von trigonometrischen Funktionen freien Form in der Weise darzustellen, dass sie linear durch die mit $\mathfrak{S}$ positiven Indices ausgedrückt werden.

Dies wird bewirkt

*a)* bei geradem $r = 2\varrho$, dass $(\odot)$, $k = 1$, successive durch $v, v^3, v^5, \ldots, v^{r-1}$ dividiert wird, wodurch das System

$$\begin{cases} -a_1 \ldots\ldots\ldots\ldots = a_3 v^2 + a_5 v^4 + \ldots + a_{r-1} v^{r-2}, \\ -a_3 - a_1 v^{-2} \ldots\ldots\ldots = a_5 v^2 + a_7 v^4 + \ldots + a_{r-1} v^{r-4}, \\ -a_5 - a_3 v^{-2} - a_1 v^{-4} \ldots = a_7 v^2 + a_9 v^4 + \ldots + a_{r-1} v^{r-6}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ -a_{r-1} - a_{r-3} v^{-2} - \ldots - a_1 v^{-r+2} = 0 \end{cases}$$

entsteht, das, wenn

$$\sigma = 1, 2, 3, \ldots, r-1$$

gesetzt und summiert wird, in

$$\begin{cases} -a_1S_0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = a_3S_2 + a_5S_4 + \ldots + a_{r-1}S_{r-2}, \\ -a_3S_0 - a_1S_{-2} \ldots\ldots = a_5S_2 + a_7S_4 + \ldots + a_{r-1}S_{r-4}, \\ -a_5S_0 - a_3S_{-2} - a_1S_{-4} \ldots = a_7S_2 + a_9S_4 + \ldots + a_{r-1}S_{r-6}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ -a_{r-1}S_0 - a_{r-3}S_{-2} - \ldots - a_1S_{-r+2} = 0 \end{cases}$$

übergeht, woraus

$$S_{-r+2} = -\begin{vmatrix} a_1, & o, & o, & \ldots & a_3S_2 + \ldots + a_{r-1}S_{r-2} \\ a_3, & a_1, & o, & \ldots & a_5S_2 + \ldots + a_{r-1}S_{r-4} \\ a_5, & a_3, & a_1, & \ldots & a_7S_2 + \ldots + a_{r-1}S_{r-6} \\ \ldots & & & & \ldots \\ a_{r-1}, & a_{r-3}, & a_{r-5}, & \ldots & a_3, \; 0 \end{vmatrix} : r^{\frac{r-2}{2}}$$

$$a_{2\nu+1} = (-1)^\nu \, 2^{2\nu+1} \binom{\frac{r}{2}+2\nu-1}{2\nu+1}$$

oder

$$S_{-r+2} = r \sum_{\varkappa=1}^{\frac{1}{2}r-1} 2^{-2\varkappa+1} J_{2\varkappa} \mathfrak{S}_{2\varkappa} \ldots\ldots \quad (12)$$

hervorgeht, wo $\mathfrak{S}$ durch (10) definiert ist.

In analoger Weise fliessen

*b)* bei ungeradem $r = 2\varrho + 1$ aus ($\mathfrak{C}$), $k = 1$, die Systeme

$$\begin{cases} -b_1 \ldots\ldots\ldots\ldots = b_3 v^2 + b_5 v^4 + \ldots + b_r v^{r-1}, \\ -b_3 - b_1 v^{-2} \ldots\ldots = b_5 v^2 + b_7 v^4 + \ldots + b_r v^{r-3}, \\ -b_5 - b_3 v^{-2} - b_1 v^{-4} \ldots = b_7 v^2 + b_9 v^4 + \ldots + b_r v^{r-5}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ -b_r - b_{r-2} v^{-2} - b_{r-4} v^{-4} \ldots - b_1 v^{-r+1} = o, \end{cases}$$

$$\begin{cases} -b_1 S_0 \ldots\ldots\ldots\ldots = b_3 S_2 + b_5 S_4 + \ldots + b_r S_{r-1}, \\ -b_3 S_0 - b_1 S_{-2} \ldots\ldots = b_5 S_2 + b_7 S_4 + \ldots + b_r S_{r-3}, \\ -b_5 S_0 - b_3 S_{-2} - b_1 S_0 \ldots = b_7 S_2 + b_9 S_4 + \ldots + b_r S_{r-5}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ -b_r S_0 - b_{r-2} S_{-2} - b_{r-4} S_{-4} \ldots - b_1 S_{-r+1} = o, \end{cases}$$

woraus

$$S_{-r+1} = r \sum^{\frac{r-1}{2}} 2^{-2\varkappa+1} I'_{2\varkappa} \mathfrak{S}_{2\varkappa}, \ldots\ldots\ldots \quad (12')$$

$$S_0 = r - 1,$$

resultiert, wo $I'$ sowie $I$ aus den $a$ bezw. $b$ gebildete combinatorische Aggregate bedeuten.

Eine recursive Darstellung des Koëffizienten $C_\sigma^{(p)}$ (Siehe No. 6') ergibt sich aus der Identität

$$e^{rz} - 1 = \frac{e^{rz} - 1}{ye^z - 1} \cdot (ye^z - 1), \; y = \alpha^{-\sigma}, \; y^r = 1, \; p > o,$$

durch $p$-malige Differenziation bezüglich $z$ und schliesslicher Nullsetzung von $z$, wodurch mit Beachtung von

$$D_z^k \left\{\frac{e^{rz} - 1}{ye^z - 1}\right\}_{z=o} = r\, C_\sigma^{(k)}$$

die gesuchte Recursion

$$\binom{p}{1} C_\sigma^{(1)} + \binom{p}{2} C_\sigma^{(2)} + \ldots + \binom{p}{p-1} C_\sigma^{(p-1)} + (1 - \alpha^\sigma)\, C_\sigma^{(p)} = \\ = \alpha^\sigma r^{p-1} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

entsteht. Werden nun dem $p$ die Werte 1, 2, 3, ..., $p$ erteilt, so erhält man ein System von $p$ Gleichungen, aus welchen

$$C_\sigma^{(p)} = \begin{vmatrix} 1 - \alpha^\sigma, & o, & o, & \ldots & \ldots & 1 \\ \binom{2}{1}, & 1 - \alpha^\sigma, & o, & \ldots & \ldots & r \\ \binom{3}{1}, & \binom{3}{2}, & 1 - \alpha^\sigma, & \ldots & \ldots & r^2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \binom{p}{1}, & \binom{p}{2}, & \binom{p}{3}, & \ldots & \binom{p}{p-1}, & r^{p-1} \end{vmatrix} : (\alpha^{-\sigma} - 1)^p, \; \ldots \quad (14)$$

hervorgeht.

2). $m = 1$.

Hiefür gehen die Relationen (5) und (6) über in

$$C_\sigma^{(1)} = \frac{1}{r} \sum_{\tau=1}^{r-1} \tau \alpha^{-\sigma\tau} = \frac{1}{\alpha^{-\sigma} - 1}, \quad \sigma > o, \; \ldots \quad (15)$$

$$C_o = \frac{r-1}{2},$$

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|=\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{\alpha^{n\tau}}{\alpha^{-\tau}-1}+\frac{r-1}{2}, \tag{16}$$

oder, weil

$$\frac{r-1}{2}=\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{1}{1-\alpha_\tau},$$

auch

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|=\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{\alpha^{(n+1)\tau}-1}{1-\alpha^\tau}. \tag{17}$$

Durchläuft $n$ *in* $n-r\left|\frac{n}{r}\right|=\nu$, $\nu\equiv n \bmod r$, $\nu<r$, ein vollständiges System incongruenter Reste, so resultiert

$${}_n\sum\left(n-r\left|\frac{n}{r}\right|\right)=\frac{1}{2}r\,(r-1), \tag{18}$$

und erstreckt sich die Summierung auf alle Vielfache einer Prinzahlpotenz $p^k \div (r-1)\,p^k$, so bleibt die rechte Seite unverändert und man erhält

$${}_n\sum r\left|\frac{n}{r}\right|=\sum{}_n-\frac{r(r-1)}{2}=\frac{1}{2}r(r-1)(p^k-1). \tag{19}$$

Durch Trennung des Imaginären vom Reellen spaltet sich (16) in

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|=-\frac{1}{2}\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{\sin(2n+1)\frac{\tau\pi}{r}}{\sin\frac{\tau\pi}{r}}+\frac{r-1}{2}, \tag{20}$$

$$\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{\cos(2n+1)\frac{\tau\pi}{r}}{\sin\tau\frac{\pi}{r}}=o, \tag{21}$$

welch'letztere Relation eine Verallgemeinerung von (20) durch Einführung einer beliebigen Grösse $\beta$ ermöglicht, indem man (21) das eine Mal mit $\tan\beta$ und dann mit $\operatorname{cotg}\beta$ multipliziert und das Erhaltene jedesmal zu (20) addiert, wodurch

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|=\frac{1}{2}\sec\beta\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{\sin\left(\beta-(2n+1)\frac{\tau\pi}{r}\right)}{\sin\frac{\tau\pi}{r}}+\frac{r-1}{2}\tan\beta \tag{22}$$

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|=\frac{1}{2}\operatorname{cosec}\beta\sum_{\tau=1}^{r-1}\frac{\cos\left(\beta-(2n+1)\frac{\tau\pi}{r}\right)}{\sin\frac{\tau\pi}{r}}+\frac{r-1}{2}\operatorname{cotg}\beta, \tag{23}$$

hervorgeht.

Zufolge (8) ist für $m=1$ mit Rücksicht auf (10)

$$\frac{n-\left|\frac{n}{r}\right|}{2n+1}=$$
$$=\frac{1}{3}\binom{n+1}{2}\mathfrak{S}_2-\frac{1}{5}\binom{n+2}{4}\mathfrak{S}_4+\frac{1}{7}\binom{n+3}{6}\mathfrak{S}_6-+$$
$$\ldots+\frac{(-1)^{n+1}}{2n+1}\binom{2n}{2n}\mathfrak{S}_{2n}. \tag{24}$$

Hieraus folgt noch

$$(-1)^{r+1}\frac{\left|\frac{n}{r}\right|-\left|\frac{n}{2r}\right|}{2n+1}=$$
$$=\frac{1}{5}\binom{n+2}{4}\binom{4}{2-r}-\frac{1}{7}\binom{n+3}{6}\binom{6}{3-r}+\frac{1}{9}\binom{n+4}{8}\binom{8}{4-r}-$$
$$-\frac{1}{11}\binom{n+5}{10}\binom{10}{5-r}+\frac{1}{13}\binom{n+6}{12}\left[\binom{12}{6-r}+\binom{12}{6-3r}\right]-$$
$$\frac{1}{15}\binom{n+7}{14}\left[\binom{14}{7-r}+\binom{14}{7-3r}\right]+-\ldots$$
$$\ldots+(-1)^n\frac{1}{2n+1}\binom{2n}{2n}\left[\binom{2n}{n-r}+\binom{2n}{n-3r}+\binom{2n}{n-5r}+\ldots\right]. \tag{25}$$

Endlich ergibt sich aus (24)

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|\equiv(-1)^n\,\mathfrak{S}_{2n}\mod 2n+1, \tag{26}$$

wenn $2n+1$ eine Primzahl ist. —

Eine weitere Umformung erfährt die Formel (20), wenn die gebrochenen trigonometrischen Funktionen in Cosinus-Reihen umgesetzt werden, wodurch

$$n-r\left|\frac{n}{r}\right|-\frac{r-1}{2}=\sum_{\tau=1}^{r=1}\left(\frac{1}{2}+\cos 2\frac{\tau\pi}{r}+\cos 2\frac{2\tau\pi}{r}+\cdots\right.$$
$$\left.+\cos n\frac{2\tau\pi}{r}\right)$$

oder

$$n-r+1-r\left|\frac{n}{r}\right|=\sum_{\varkappa=1}^{n(r-1)}\vartheta(\varkappa)\cos\varkappa\frac{2\pi}{r}, \tag{27}$$

entsteht, wo $\vartheta(\varkappa)$ die Anzahl jener Teiler $t$ von $\varkappa$ darstellt, die den Bedingungen

$$t\leqq n,\quad \frac{\varkappa}{t}\leqq r-1$$

genügen.

Eine ähnliche Relation geht aus (21) hervor, wenn die gebrochenen Funktionen durch Sinus-Reihen ersetzt werden, und zwar

$$\sum_{\tau=1}^{r-1}\left(\frac{1}{2}\operatorname{cotg}\frac{\tau\pi}{r}-\sin\frac{2\tau\pi}{\tau}-\sin 2\frac{2\tau\pi}{r}-\cdots-\sin n\frac{2\tau\pi}{r}\right)=o,$$

woraus, weil $\sum_{\tau=1}^{r-1}\operatorname{cotg}\frac{\tau\pi}{r}=o$ ist,

$$\sum_{\varkappa=1}^{n(r-1)}\vartheta(\varkappa)\sin\varkappa\frac{2\pi}{r}=o \tag{28}$$

resultiert.

Mittels (28) kann in (27) wieder eine beliebige Grösse $\beta$ eingeführt werden; man erhält

$$\sum_{\varkappa=1}^{n(r-1)}\vartheta(\varkappa)\cos\left(\varkappa\frac{2\pi}{r}+\beta\right)=\left(n-r+1-r\left|\frac{n}{r}\right|\right)\cos\beta, \tag{29}$$

$$\sum_{\varkappa=1}^{n(r-1)}\vartheta(\varkappa)\sin\left(\varkappa\frac{2\pi}{r}+\beta\right)=\left(n-r+1-r\left|\frac{n}{r}\right|\right)\sin\beta, \tag{30}$$

woraus noch

$$\frac{\sum_{x=1}^{n(r-1)} \vartheta(x)\sin\left(x\frac{2\pi}{r}+\beta\right)}{\sum_{x=1}^{n(r-1)} \vartheta(x)\cos\left(x\frac{2\pi}{r}+\beta\right)} = \tan\beta \quad \text{. . . . . . . . . . . . . . (31)}$$

folgt.

3. $m = 2$.

$$C_\sigma^{(2)} = \frac{r}{\alpha^{-\sigma}-1} - 2\frac{\alpha^{-\sigma}}{(\alpha^{-\sigma}-1)^2}, \quad C_0^{(2)} = \frac{1}{3r}\mathsf{B}_3(r),$$

$$\left(n - r\left|\frac{n}{r}\right|\right)^2 = \frac{1}{3r}\mathsf{B}_3(r) + \frac{r}{2}\sum_{\sigma=1}^{r-1}\frac{\sin(2n+1)\sigma\frac{\pi}{r}}{\sin\sigma\frac{\pi}{r}} +$$

$$+\frac{1}{2}\sum_{\sigma=1}^{r-1}\frac{\cos 2n\sigma\frac{\pi}{r}}{\sin^2\sigma\frac{\pi}{r}} =$$

$$= \frac{r^2}{3} - \frac{r}{2} + \frac{1}{6} + r^2(2n+1)\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\binom{n+1}{2}\mathfrak{S}_2 + \frac{1}{5}\binom{n+2}{4}\mathfrak{S}_4 - + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \frac{(-1)^n}{2n+1}\binom{2n}{2n}\mathfrak{S}_{2n}\right] +$$

$$+\frac{1}{2}S_{-2} - 2nr\left[\frac{1}{2}\binom{n}{1} - \frac{1}{2}\binom{n+1}{3}\mathfrak{S}_2 + \frac{1}{3}\binom{n+2}{5}\mathfrak{S}_4 - + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + \frac{(-1)^{n-1}}{n}\binom{2n-1}{2n-1}\mathfrak{S}_{2n-2}\right], \quad \text{. . . . . . . . . . . . . (32)}$$

$$S_{-2} = 2^4\left[\frac{r-1}{2r}\binom{\varrho+1}{3} - \binom{\varrho+2}{5}\mathfrak{S}_2 + \binom{\varrho+3}{7}\mathfrak{S}_4 - + \ldots\right.$$

$$\left.\ldots + (-1)^{\varrho}\binom{2\varrho-1}{2\varrho-1}\mathfrak{S}_{r-4}\right], \quad \text{. . . . . . . . . . . . . . . (32')}$$

$$r = 2\varrho;$$

$$S_{-2} = 2^3 \left[ \frac{r-1}{6} \binom{\varrho+1}{2} - \frac{1}{5} \binom{\varrho+2}{4} \mathfrak{S}_2 + \frac{1}{7} \binom{\varrho+3}{6} \mathfrak{S}_4 - + \dots \right.$$

$$\left. \dots + (-1)^{\varrho+1} \frac{1}{r} \binom{r}{r} \mathfrak{S}_{r-2} \right], \quad \dots \dots \dots \dots \quad (32'')$$

$$r = 2\varrho + 1.$$

$$4. \; f(z) = e^{iz\frac{\pi}{r}}.$$

$$r\, C_\sigma = \sum_{\sigma=0}^{r-1} e^{-i(2\sigma-1)\frac{\tau\pi}{r}} = \frac{e^{-i(2\sigma-1)\pi} - 1}{e^{-i(2\sigma-1)\frac{\pi}{r}} - 1} = - \frac{2}{e^{-i(2\sigma-1)\frac{\pi}{r}} - 1},$$

$$r C_\sigma \alpha^{\sigma n} = - \frac{e^{i[2\sigma(n+1)-1]\frac{\pi}{r}} - e^{i\sigma n \frac{2\pi}{r}}}{2 \sin^2 (2\sigma - 1) \frac{\pi}{2r}}, \qquad (33)$$

Setzt man $2\sigma - 1 = 2y$, $y\frac{\pi}{r} = w$, $\sin w = z$, $\frac{n\pi}{r} = \varphi$, so ist nach Trennung der reellen und imaginären Bestandteile

$$\cos \left( n - r \left| \frac{n}{r} \right| \right) \frac{\pi}{r} = (-1)^{\left|\frac{n}{r}\right|} \cos \varphi =$$

$$= R(C_0) + \frac{1}{r} \cos \varphi \sum_{\sigma=1}^{r-1} \frac{\sin(2n+1)w}{z} + \frac{1}{r} \sin \varphi \sum_{\sigma=1}^{r-1} \frac{\cos(2n+1)w}{z},$$

$$\sin \left( n - r \left| \frac{n}{r} \right| \right) \frac{\pi}{r} = (-1)^{\left|\frac{n}{r}\right|} \sin \varphi =$$

$$= I(C_0) - \frac{1}{r} \cos \varphi \sum_{\sigma=1}^{r-1} \frac{\cos(2n+1)w}{z} + \frac{1}{r} \sin \varphi \sum_{\sigma=1}^{r-1} \frac{\sin(2n+1)w}{z},$$

$$C_0 = \frac{1}{r} \sum_{\tau=0}^{r-1} e^{i\frac{\pi}{r}\tau} = \frac{1}{r} \left( 1 + i \operatorname{cotg} \frac{\pi}{2r} \right), \; R(C_0) = \frac{1}{r}, \; I(C_0) = \frac{1}{r} \operatorname{cotg} \frac{\pi}{2r},$$

woraus die Summenformeln

$$\sum_{\sigma=1}^{r-1} \frac{\cos(2n+1)(2\sigma-1)\frac{\pi}{2r}}{\sin(2\sigma-1)\frac{\pi}{2r}} = - \sin n \frac{\pi}{r}, \qquad (34)$$

$$\sum_{\sigma=1}^{r-1} \frac{\sin(2n+1)(2\sigma-1)\frac{\pi}{2r}}{\sin(2\sigma-1)\frac{\pi}{2r}} = -\cos n\frac{\pi}{r} + (-1)^{\left|\frac{n}{r}\right|} r \quad (35)$$

hervorgehen.

## II.

## Beziehungen zwischen »grössten Ganzen«.

Erteilt man dem $n$ in (24) die Werte $1 \div n$ und lässt $r$ ungeändert, so entsteht das System

$$\left.\begin{array}{l}
\frac{1}{3}\binom{2}{2}\mathfrak{S}_2 = q_1, \\
\frac{1}{3}\binom{3}{2}\mathfrak{S}_2 - \frac{1}{5}\binom{4}{4}\mathfrak{S}_4 = q_2, \\
\frac{1}{3}\binom{4}{2}\mathfrak{S}_2 - \frac{1}{5}\binom{5}{4}\mathfrak{S}_4 + \frac{1}{7}\binom{6}{6}\mathfrak{S}_6 = q_3, \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\frac{1}{3}\binom{n+1}{2}\mathfrak{S}_2 - \frac{1}{5}\binom{n+2}{4}\mathfrak{S}_4 + - \cdots\cdots + \frac{(-1)^{n+1}}{2n+1}\binom{2n}{2n}\mathfrak{S}_{2n} = q_n,
\end{array}\right\} \quad (36)$$

$$q_m = \frac{m - \left|\frac{m}{r}\right|}{2m+1}, \quad m = 1, 2, 3, \ldots n.$$

Hieraus bestimmt sich

$$\mathfrak{S}_{2n} = \sum_{k=1}^{n} L_k q_k, \quad (37)$$

wo $L_1, L_2, \ldots, L_n$ die durch die Determinante $\triangle$ obigen Systems dividierten Subdeterminanten, die den Elementen der letzten Kolonne von $\triangle$ adjungiert sind, vorstellen. Die Auswertung derselben vollzieht sich am einfachsten, wenn dieses System mit einem dieselben Koëffizienten besitzenden System verglichen wird, dessen Elemente bekannte Funktionen sind. Ein derartiges geht aber aus

$$f_n = 2\sin z - \frac{2}{2n+1}\sin(2n+1)z =$$

$$=\frac{1}{3}\binom{n+1}{2}x^3-\frac{1}{5}\binom{n+2}{4}x^5+\frac{1}{7}\binom{n+3}{6}x^7-+\ldots$$

$$\ldots+\frac{(-1)^{n+1}}{2n+1}\binom{2n}{2n}x^{2n+1},$$

$$x=2\sin z,$$

hervor, wenn $n=1, 2, 3, \ldots, n$ gesetzt wird. Da dann dieselben Koëffizienten wie in (36) auftreten, so ist

$$x^{2n+1}=\sum_{k=1}^{n} L_k f_k, \qquad (38)$$

in den Koëffizienten übereinstimmend mit (37). Nun ist

$$x^{2n+1}=(-1)^n\, 2^{-2n}\left(\sin(2n+1)z-\binom{2n+1}{1}\sin(2n-1)z+\right.$$

$$+\binom{2n+1}{2}\sin(2n-3)z-\ldots.$$

$$\left.\ldots+(-1)^{n-1}\binom{2n+1}{n-1}\sin 3z+(-1)^n\binom{2n+1}{n}\sin z\right),$$

daher

$$2L_1\left(\sin z-\frac{1}{3}\sin 3z\right)+2\,L_2\left(\sin z-\frac{1}{5}\sin 5z\right)+\ldots$$

$$+2\,L_k\left(\sin z-\frac{\sin(2k+1)z}{2k+1}\right)+$$

$$\ldots.2L_n\left(\sin z-\frac{\sin(2n+1)z}{2n+1}\right)=$$

$$=(-1)^n\, 2\left[\sin(2n+1)z-\binom{2n+1}{1}\sin(2n-1)z+\right.$$

$$+\binom{2n+1}{2}\sin(2n-3)z-+\ldots.$$

$$\left.\ldots+(-1)^{n-1}\binom{2n+1}{n-1}\sin 3z+(-1)^n\binom{2n+1}{n}\sin z\right].$$

Multipliziert man beiderseits mit $\sin(2k+1)\,z\,dz$ und integriert zwischen $o$ und $\pi$, so kommt schliesslich

$$L_k=(-1)^{k+1}(2k+1)\binom{2n+1}{n-k}. \qquad (39)$$

Hiefür geht (37) über in die Gleichung

$$\begin{bmatrix}2n+1\\n-1\end{bmatrix}\left(1-\left|\frac{1}{r}\right|\right)-\binom{2n+1}{n-2}\left(2-\left|\frac{2}{r}\right|\right)+\binom{2n+1}{n-3}\left(3-\left|\frac{3}{r}\right|\right)-+\ldots$$

$$\ldots+(-1)^{n+1}\binom{2n+1}{0}\left(n-\left|\frac{n}{r}\right|\right)=$$

$$=\frac{1}{2}\binom{2n}{n}+(-1)^{r}\binom{2n}{n-r}+(-1)^{2r}\binom{2n}{n-2r}+$$

$$+(-1)^{3r}\binom{2n}{n-3r}+\ldots,$$

die mit Beachtung von

$$\binom{2n+1}{n-1}-2\binom{2n+1}{n-2}+3\binom{2n+1}{n-3}-+\ldots$$

$$+(-1)^{n+1}\binom{2n+1}{o}n=\binom{2n-1}{n-1}$$

$$\text{und}\quad\binom{2n-1}{n-1}=\frac{1}{2}\binom{2n}{n}$$

eine einfachere Form annimmt; es resultiert die gesuchte lineare Relation zwischen den grössten Ganzen

$$\left|\frac{1}{r}\right|,\quad\left|\frac{2}{r}\right|\ldots,\left|\frac{r}{r}\right|,\quad\left|\frac{r+1}{r}\right|,\ldots,\left|\frac{n}{r}\right|$$

$$\sum_{k=1}^{n}(-1)^{k}\binom{2n+1}{n-k}\left|\frac{k}{r}\right|=$$

$$=(-1)^{r}\binom{2n}{n-r}+\binom{2n}{n-2r}+(-1)^{r}\binom{2n}{n-3r}+\ldots+$$

$$+(-1)^{\gamma r}\binom{2n}{n-\gamma r},\ldots\quad(4\,o)$$

$$(\gamma+1)r>n>\gamma r.$$

Hieraus lassen sich sofort einige Schlüsse ziehen.

Vorausgesetzt, dass $2n+1$ eine Primzahl ist, so ist diese in jedem Gliede der linksseitigen Summe mit Ausnahme des letzten Gliedes $(-1)^{n}\left|\frac{n}{r}\right|$ enthalten, daher

$$(-1)^r \binom{2n}{n-r} + \binom{2n}{n-2r} + (-1)^r \binom{2n}{n-3r} + \cdots +$$
$$+(-1)^{n+1} \left|\frac{n}{r}\right| \equiv 0 \mod 2n+1. \tag{41}$$

Ist hingegen $2n-1$ eine Primzahl, so ist diese in jedem Gliede des rechtsseitigen Ausdruckes in (40) enthalten, ausgenommen jenes Glied $(-1)^{\lambda r}\binom{2n}{n-\lambda r}$, wo $n-\lambda r = \text{o}$ oder $= 1$ ist; demnach gilt

$$\sum_{k=1}^{n} (-1)^k \binom{2n+1}{n-k} \left|\frac{k}{r}\right| \equiv \text{o} \mod 2n-1, \tag{42}$$

wenn weder $n$ noch $n-1$ durch $r$ teilbar ist.

Nimmt man die Formel (8) für $n=1, 2, \ldots, n$ in Anspruch, so lässt sich $S_{2n}$ aus den $n$ Gleichungen bestimmen.

Da das Ergebnis die Form

$$\sum_{\lambda=1}^{n} T_\lambda \left(\lambda - r\left|\frac{\lambda}{r}\right|\right)^m = S_{2n} \tag{43}$$

besitzt, wo die $T_\lambda$ von $\left|\frac{\lambda}{r}\right|$ unabhängige Koëffizienten sind, so kann man behaupten:

Zwischen den Potenzen »grösster Ganze« mit gleichen Nennern

$$\left(\lambda - r\left|\frac{\lambda}{r}\right|\right)^m, \quad \lambda = 1, 2, \ldots, n$$

besteht eine lineare Beziehung.

Relationen zwischen grössten Ganzen mit verschiedenen Nennern kommen auf folgende Weise zu Stande.

Die zahlentheoretische Funktion

$$n - r\left|\frac{n}{r}\right|$$

hat den Wert $\nu$, $0 \leq \nu < r$, daher ist

$$\prod_{\nu=1}^{r-1} \left(n - r\left|\frac{n}{r}\right| - \nu\right) = 0 \tag{44}$$

oder $$n^r - \binom{r}{1} r \left|\frac{n}{r}\right| n^{r-1} + \binom{r}{2} r^2 \left|\frac{n}{r}\right|^2 n^{r-2} - + \ldots + (-1)^r r^r \left|\frac{n}{r}\right|^r$$

$$- \mathfrak{C}_1 \left[n^{r-1} - \binom{r-1}{1} r \left|\frac{n}{r}\right| n^{r-2} + - \ldots + (-1)^{r-1} r^{r-1} \left|\frac{n}{r}\right|^{r-1}\right]$$

$$+ \mathfrak{C}_2 \left[n^{r-2} - + \ldots + (-1)^r r^{r-2} \left|\frac{n}{r}\right|^{r-2}\right]$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$(-1)^r \mathfrak{C}_{r-2}\left(n^2 - 2r\left|\frac{n}{r}\right| n + r^2 \left|\frac{n}{r}\right|^2\right)$$

$$+ (-1)^{r-1}\mathfrak{C}_{r-1}\left(n - r\left|\frac{n}{r}\right|\right),$$

wo $\overset{r}{\mathfrak{C}}_k$ der $k^{te}$ Fakultäten- Koëffizient = der Summe der Kombinationen der $k^{ten}$ Klasse ohne Wiederholung der Elemente 1, 2, . . ., [1]) ist. Ordnet man nach fallenden Potenzen von $n$, so kommt

$$n^r - \left(\binom{r}{1} r \left|\frac{n}{r}\right| + \overset{r}{\mathfrak{C}}_1\right) n^{r-1} + \left(\binom{r}{2} r^2 \left|\frac{n}{r}\right|^2 + \overset{r}{\mathfrak{C}}_1 \binom{r-1}{1} r \left|\frac{n}{r}\right| + \overset{r}{\mathfrak{C}}_2\right) n^{r-2}$$

$$- \left(\binom{r}{3} r^3 \left|\frac{n}{r}\right|^3 + \overset{r}{\mathfrak{C}}_1 \binom{r-1}{2} r^2 \left|\frac{n}{r}\right|^2 + \overset{r}{\mathfrak{C}}_2 \binom{r-2}{1} r \left|\frac{n}{r}\right| + \overset{r}{\mathfrak{C}}_3\right) n^{r-3} + - \ldots$$

$$\ldots + (-1)^{r-1}\left(\binom{r}{r-1} r^{r-1}\left|\frac{n}{r}\right|^{r-1} + \overset{r}{\mathfrak{C}}_1\binom{r-1}{r-2} r^{r-2}\left|\frac{n}{r}\right|^{r-2} + \ldots + \overset{r}{\mathfrak{C}}_{r-1}\right) n +$$

$$+ (-1)^r\left(r^r\left|\frac{n}{r}\right|^r + \overset{r}{\mathfrak{C}}_1 r^{r-1}\left|\frac{n}{r}\right|^{r-1} + \ldots + \overset{r}{\mathfrak{C}}_{r-1} r\left|\frac{n}{r}\right|\right) = 0 \ldots \quad (45)$$

oder

$$n^r - A_1^{(r)} n^{r-1} + A_2^{(r)} n^{r-2} - + \ldots + (-1)^{r-1} A_{r-1}^{(r)} n + (-1)^r A_r^{(r)} = 0. \quad (46)$$

Wird diese für jedes positive ganze $n$ gültige Grundformel für zwei oder mehrere $r$ in Anspruch genommen, so entstehen Gleichungen, aus welchen $n$ eliminiert werden kann. Zu diesem Behufe werden dieselben mit so vielen Potenzen von $n$ multipliziert, dass Gleichungen von der Beschaffenheit

[1]) Siehe Schlömilch, Comp. d. höh. Mathem., II.

hervorgehen, dass jede Potenz von $n$ in mindestens zwei derselben auftreten und ihre Anzahl um Eins grösser ist als der höchste Exponent von $n$. Die Elimination aller Potenzen von $n$ ergibt schliesslich eine Relation zwischen »grössten Ganzen« verschiedener $r$.

Beispielsweise werde $r = r$ und $r = 2$ angenommen, wofür (46) in

$$n^2 - B_2 n + B_2 = o, B_1 \equiv A_1^{(2)} \equiv 1 + 4\left|\frac{n}{2}\right|, \; B_2 \equiv A_2^{(2)} = 4\left|\frac{n}{2}\right|^2 + 2\left|\frac{n}{2}\right|$$

übergeht. (47)

Multipliziert man (46) mit $n$ und (47) der Reihe nach mit $n, n^2, n^3, \ldots, n^{r-1}$, so erhält man das System von $r + 2$ Gleichungen

$$n^{r+1} - A_1 n^r + A_2 n^{r-1} - + \ldots + (-1)^{r-1} A_{r-1} n^2 + (-1)^r A_r n = 0,$$

$$-n^r + A_1 n^{r-1} - + \ldots + (-1)^{r-1} A_{r-2} n^2 + (-1)^r + A_{r-1} n + (-1)^{r-1} A_r = 0,$$

$$n^{r-1} - B_1 n^r + B_2 n^{r-1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0,$$

$$- \quad n^r + B_1 n^{r-1} - B_2 n^{r-2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0'$$

$$+ \quad n^{r-1} - B_1 n^{r-2} + B_2 n^{r-3} \ldots\ldots\ldots = 0,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$n^3 - B_1 n^2 + B_2 n \qquad = 0,$$

$$- \quad n^2 + B_1 n - B_2 = 0,$$

woraus die gesuchte Relation zwischen Potenzen von $\left|\frac{n}{r}\right|$ und $\left|\frac{n}{2}\right|$

$$\begin{vmatrix} 1, & A_1, & A_2, & A_3, & \ldots & \ldots & A_r, & 0 \\ 0, & 1, & A_1, & A_2, & \ldots & \ldots & A_{r-1}, & A_r \\ 1, & B_1, & B_2, & 0 & \ldots & \ldots & 0, & 0 \\ 0, & 1, & B_1, & B_2, & \ldots & \ldots & 0, & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0, & 0, & 0, & 0, & \ldots & 1, & B_1, & B_2, \; 0 \\ 0, & 0, & 0, & 0, & \ldots & 0, & 1, & B_1, \; B_2 \end{vmatrix} = 0 \qquad (48)$$

hervorgeht.

In dem besondern Falle $r=3$, $r_1=2$ ist

$$\begin{vmatrix} 1, & A_1, & A_2, & A_3, & 0 \\ 0, & 1, & A_1, & A_2, & A_3 \\ 1, & B_1, & B_2 & 0, & 0 \\ 0, & 1, & B_1, & B_2, & 0 \\ 0, & 0, & 1, & B_1, & B_2 \end{vmatrix} = 0$$

oder

$$B_2{}^3 - A_1 \begin{vmatrix} B_1, & 0, & 0 \\ 1, & B_2, & 0 \\ 0, & B_1 & B_2 \end{vmatrix} + A_2 \begin{vmatrix} B_1, & B_2, & 0 \\ 1, & B_1, & 0 \\ 0, & 1, & B_2 \end{vmatrix} - A_3 \begin{vmatrix} B_1, & B_2, & 0 \\ 1, & B_1, & B_2 \\ 0, & 1, & B_1 \end{vmatrix} +$$

$$+ (A_1{}^2 - A_2) \begin{vmatrix} 1, & 0, & 0 \\ 0, & B_2, & 0 \\ 0, & B_1, & B_2 \end{vmatrix} - (A_1 A_2 - A_3) \begin{vmatrix} 1, & B_2, & 0 \\ 0, & B_1, & 0 \\ 0, & 1, & B_2 \end{vmatrix} +$$

$$+ A_1 A_3 \begin{vmatrix} 1, & B_2, & 0 \\ 0, & B_1, & B_2 \\ 0, & 1, & B_1 \end{vmatrix} + (A_2{}^2 - A_1 A_3) \begin{vmatrix} 1, & B_1, & 0 \\ 0, & 1, & 0 \\ 0, & 0 & B_2 \end{vmatrix} -$$

$$- A_2 A_3 \begin{vmatrix} 1, & B_1, & 0 \\ 0, & 1, & B_1 \\ 0, & 0, & B_1 \end{vmatrix} + A_3{}^2 \begin{vmatrix} 1, & B_1, & B_2 \\ 0, & 1, & B_1 \\ 0, & 0, & 1 \end{vmatrix} = 0; \qquad (48)$$

$$\mathfrak{C}_1^3 = 3, \quad \mathfrak{C}_2^3 = 2;$$

$$A_1 = \binom{3}{1} 3 \left|\frac{n}{3}\right| + \mathfrak{C}_1^3 = 9 \left|\frac{n}{3}\right| + 3,$$

$$A_2 = \binom{3}{2} 3^2 \left|\frac{n}{3}\right|^2 + \mathfrak{C}_1^3 \binom{2}{1} 3 \left|\frac{n}{3}\right| + \mathfrak{C}_2^3 = 27 \left|\frac{n}{3}\right|^2 + 18 \left|\frac{n}{3}\right| + 2,$$

$$A_3 = \binom{3}{3} 3^3 \left|\frac{n}{3}\right|^3 + 3^2 \mathfrak{C}_1^3 \left|\frac{n}{3}\right|^2 + 3\ \mathfrak{C}_2^3 \left|\frac{n}{3}\right| =$$
$$= 27\left|\frac{n}{3}\right|^3 + 27\left|\frac{n}{3}\right|^2 + 6\left|\frac{n}{3}\right|,$$

$$B_1 = \binom{2}{1} 2\left|\frac{n}{2}\right| + 1 = 4\left|\frac{n}{2}\right| + 1,\ B_2 =$$
$$= 2^2\left|\frac{n}{2}\right|^2 + 2\left|\frac{n}{2}\right| = 4\left|\frac{n}{2}\right|^2 + 2\left|\frac{n}{2}\right|,$$

demnach

$$B_2^3 - A_1 B_1 B_2^2 + A_2 B_1 (B_1 - 2B_2) - A_3 B_1 (B_1^2 - 3B_2)$$
$$+ (A_1^2 + A_2^2) B_2^2 - A_1 A_2 B_1 B_2 + A_1 A_3 (B_1^2 - 2B_2)$$
$$- A_2 A_3 B_1 + A_3^2 = 0 \qquad (49)$$

Eine einfache Relation zwischen Potenzen von grössten Ganzen $\left|\frac{n}{r}\right|$ und $\left|\frac{n}{s}\right|$, $s < r$, ergibt sich, wenn man von der Tatsache ausgeht, dass

$$v = n - r\left|\frac{n}{r}\right| - \left(n - s\left|\frac{n}{s}\right|\right)$$

einen zwischen $r-1$ und $-(s-1)$ liegenden Wert besitzt, folglich

$$[v-(r-1)]\,[v-(r-2)] \ldots v\,(v+1)\,(v+2) \ldots + (v+s-1) = 0$$
$$\ldots (50)$$

sein muss. Ordnet man dieses Produkt nach fallenden Potenzen von

$$v = s\left|\frac{n}{s}\right| - r\left|\frac{n}{r}\right|,$$

so kommt

$$v^{r+s-1} + \vartheta_1 v^{r+s-2} + \vartheta_2 v^{r+s-3} + \ldots + \vartheta_{r+s-2} v + \vartheta_{r+s-1} = 0, \quad (51)$$

worin $\vartheta_k$ der $k^{te}$ Fakultäten-Koëffizient ist, der aus den Elementen $1, 2, 3, \ldots, r-1$ und $-1, -2, \ldots -(s-1)$ gebildet wird. Derselbe lässt sich durch die bekannten Fakultäten-Koëffizienten $\mathfrak{C}$ darstellen und zwar ist

$$\vartheta_k = \mathfrak{S}^r_k - \mathfrak{S}^r_{k-1}\mathfrak{S}^s_1 + \mathfrak{S}^r_{k-2}\mathfrak{S}^s_2 - + \dots + (-1)^{k-1}\mathfrak{S}^r_1\mathfrak{S}^s_{k-1} + (-1)^k\mathfrak{S}^s_k \qquad (52).$$

Beispiel 1. $r=3, \quad s=2, \quad v=2\left|\frac{n}{2}\right| - 3\left|\frac{n}{3}\right|$;

$$v^4 - 2v^3 - v^2 + 2v = 0 \qquad (53)$$

Beispiel 2. $r=6, 5, 4; \quad v=n-6\left|\frac{n}{6}\right| + 5\left|\frac{n}{5}\right| + 4\left|\frac{n}{4}\right|$

$$v(v^2-1^2)(v^2-2^2)(v^2-3^2)(v^2-4^2)(v^2-5^2)=0 \qquad (54)$$

oder

$$v^{11} - 97v^9 + 1170v^7 - 7783v^5 + 21076v^3 - 14400v = 0 \qquad (55)$$

Klagenfurt, Ende April 1914.

---

XIX.

# Plochy, jichž diagonální čáry mají za sférické obrazy kružnice stálých poloměrů a stejných oblouků.

Dr. Frant. Velísek.

Předloženo v sezení dne 19. června 1914.

Čtverec lineárního elementu plochy vztažené na čáry diagonální budiž

$$ds^2 = Ed\alpha^2 + 2Fd\alpha d\beta + Gd\beta^2, \tag{1}$$

sférického obrazu pak

$$d\sigma^2 = ed\alpha^2 + 2fd\alpha d\beta + gd\beta^2. \tag{2}$$

Označíme koëfficienty druhé základní formy theorie ploch $D$, $D'$, $D''$. Jelikož čáry $\alpha =$ konst., $\beta =$ konst. jsou diagonálními, tvoří systém konjugovaný a mají za symetrály čáry křivoznačné. Z vlastností těchto plynou relace

$$D' = o, \quad \frac{D}{E} = \frac{D''}{G}. \tag{3}$$

Pomocí výrazů 3.) čtverec lin. elementu sférického obrazu, jehož obecný tvar jest

$$d\sigma^2 = \frac{GD - 2FD' + ED''}{EG - F^2}(Dd\alpha^2 + 2D'd\alpha d\beta + D''d\beta^2) - \\ - \frac{DD'' - D'^2}{EG - F^2}(Ed\alpha^2 + 2Fd\alpha d\beta + Gd\beta^2),$$

se redukuje na tvar

$$d\sigma^2 = \frac{1}{R_1 R_2}(E d\alpha^2 - 2F d\alpha d\beta + G d\beta^2).$$

Srovnáním s tvarem 2) plyne

4) $$e = \frac{E}{R_1 R_2}, \quad f = -\frac{F}{R_1 R_2}, \quad g = \frac{G}{R_1 R_2}.$$

Vzhledem na rovnici 3) obdržíme

5) $$\frac{D}{e} = \frac{D''}{g}.$$

Rovnice Codazziho pro formu 2) dávají pro $h = \sqrt{eg - f^2}$

6a) $$\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{D'}{h}\right) - \frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{D}{h}\right) = c_1 \frac{D}{h} - 2b_1 \frac{D'}{h} + a_1 \frac{D''}{h},$$
$$\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{D'}{h}\right) - \frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{D''}{h}\right) = c \frac{D}{h} - 2b \frac{D'}{h} + a \frac{D''}{h},$$

kde $a$, $b$, $c$, $a_1$, $b_1$, $c_1$ značí symboly Christoffelovy. K rovnicím posledním připojiti dlužno podmínku, že totální křivost formy 2) jest rovna 1.

Položíme-li

$$\frac{D}{e} = \frac{D''}{g} = \varrho h,$$

obdržíme

$$\varrho = \frac{\sqrt{R_1 R_2}}{\sqrt{eg}},$$

a z rovnic Codazziho

$$-\frac{\partial lg\varrho}{\partial \beta} = c_1 + a_1 \frac{g}{e} + \frac{e_\beta}{e}, \quad -\frac{\partial lg\varrho}{\partial \alpha} = a + c\frac{e}{g} + \frac{g_\alpha}{g}.$$

Z rovnic posledních vychází

6) $$\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(c_1 + a_1 \frac{g}{e} + \frac{e_\beta}{e}\right) = \frac{\partial}{\partial \beta}\left(a + c\frac{e}{g} + \frac{g_\alpha}{g}\right),$$

podmínka to nutná a postačující, by forma 2) o totální křivosti 1 byla čtvercem lin. elementu sférického obrazu plochy vztažené na diagonály.

Geodetické křivosti čar souřadných na kouli dány jsou výrazy

$$7)\qquad \begin{aligned} \frac{1}{\varrho_\alpha} &= \frac{1}{\sqrt{eg-f^2}}\left[\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{f}{\sqrt{g}}\right) - \frac{\partial\sqrt{g}}{\partial\alpha}\right], \\ \frac{1}{\varrho_\beta} &= \frac{1}{\sqrt{eg-f^2}}\left[\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{f}{\sqrt{e}}\right) - \frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\beta}\right]. \end{aligned}$$

Označíme-li úhel souřadný na kouli $\omega$, a položíme dle podmínek

$$\frac{1}{\varrho_\alpha} = -c_1,\quad \frac{1}{\varrho_\beta} = -c,\quad e = g,$$

obdržíme z rovnic 7) a 6) po krátké úpravě

$$8)\qquad \begin{aligned} c_1 e \sin\omega &= \frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\alpha} - \frac{\partial}{\partial\beta}(\sqrt{e}\cos\omega), \\ c\, e \sin\omega &= \frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\beta} - \frac{\partial}{\partial\alpha}(\sqrt{e}\cos\omega), \end{aligned}$$

$$9)\qquad \frac{\partial}{\partial\alpha}\,\frac{2c_1\sqrt{e}\cos\omega - \omega_\alpha}{\sin\omega} = \frac{\partial}{\partial\beta}\,\frac{2c\sqrt{e}\cos\omega - \omega_\beta}{\sin\omega},$$

$$10)\qquad e\sin\omega = \omega_{\alpha\,\beta} - c_1\frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\alpha} - c\frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\beta},$$

při čemž poslední rovnice vyjadřuje totální křivost formy 2) ve tvaru Liouvilleově.

Dlužno rozeznávati tři případy.

I. $c \neq c_1$.

Rovnice 8) srovnáním levých stran dávají

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}(c\sqrt{e} + c_1\sqrt{e}\cos\omega) = \frac{\partial}{\partial\beta}(c_1\sqrt{e} + c\sqrt{e}\cos\omega),$$

a vyloučením

$$\frac{\partial lg\sqrt{e}}{\partial\alpha},\quad \frac{\partial lg\sqrt{e}}{\partial\beta}$$

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\,\frac{c\sqrt{e} + c_1\sqrt{e}\cos\omega - \omega_\alpha}{\sin\omega} = \frac{\partial}{\partial\beta}\,\frac{c_1\sqrt{e} + c\sqrt{e}\cos\omega - \omega_\beta}{\sin\omega}.$$

Odečtením rovnice 9) od posledního výrazu obdržíme

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{c_1\sqrt{e}\cos\omega - c\sqrt{e}}{\sin\omega} = \frac{\partial}{\partial\beta}\frac{c\sqrt{e}\cos\omega - c_1\sqrt{e}}{\sin\omega}$$

Můžeme tudíž rovnice 8), 9) psáti ve tvaru

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}(c\sqrt{e} + c_1\sqrt{e}\cos\omega) = \frac{\partial}{\partial\beta}(c_1\sqrt{e} + c\sqrt{e}\cos\omega),$$

$$c_1 e\sin\omega = \frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\alpha} - \frac{\partial}{\partial\beta}(\sqrt{e}\cos\omega),$$

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{c_1\sqrt{e}\cos\omega - c\sqrt{e}}{\sin\omega} = \frac{\partial}{\partial\beta}\frac{c\sqrt{e}\cos\omega - c_1\sqrt{e}}{\sin\omega}.$$

Zavedením nových proměnných vztahy

$$u = c\alpha + c_1\beta,\quad v = c_1\alpha + c\beta$$

změní se rovnice předchozí na

$$\frac{\partial}{\partial u}\sqrt{e} = \frac{\partial}{\partial v}(\sqrt{e}\cos\omega),$$

$$c_1 e\sin\omega = \frac{\partial}{\partial u}(c\sqrt{e} - c_1\sqrt{e}\cos\omega) + \frac{\partial}{\partial v}(c_1\sqrt{e} - c\sqrt{e}\cos\omega),$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\frac{\sqrt{e}}{\sin\omega} + \frac{\partial}{\partial v}\frac{\sqrt{e}\cos\omega}{\sin\omega} = 0.$$

Rovnice první jest splněna pro

$$\sqrt{e} = \psi_v,\quad \sqrt{e}\cos\omega = \psi_u,$$

druhé dvě pak dávají pro tyto hodnoty

$$\psi_{vv} - \psi_{uu} = \psi_v\sqrt{\psi^2_v - \psi^2_u},$$
$$\psi_u\psi^2_v\psi_{uu} + 2\psi_v(\psi^2_v - \psi_v{}^2)\psi_{uv} - \psi_u{}^3\psi_{vv} = 0.$$

K vůli stručnosti pišme

$$\psi_u = p,\ \psi_v = q,\ \psi_{uu} = r,\ \psi_{uv} = s,\ \psi_{vv} = t.$$

Máme pak řešiti systém simult. parc. rovnic differenciálních

11) $$t - r = q\sqrt{q^2 - p^2},\quad pq^2r + 2q(p^2 - q^2)s - p^3t = 0.$$

Z rovnic těchto jde

$$r = -\frac{2qs}{p} + \frac{p^2q}{\sqrt{q^2 - p^2}},\quad t = -\frac{2qs}{p} + \frac{q^3}{\sqrt{q^2 - p^2}}.$$

Položíme krátce

$$r = \varphi_1,\ t = \varphi_2.$$

Z rovnic

$$\frac{\partial r}{\partial v} = s\frac{\partial \varphi_1}{\partial p} + \varphi_2 \frac{\partial \varphi_1}{\partial q} + \frac{\partial \varphi_1}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial v},$$

$$\frac{\partial t}{\partial u} = \varphi_1 \frac{\partial \varphi_2}{\partial p} + s\frac{\partial \varphi_2}{\partial q} + \frac{\partial \varphi_2}{\partial s}\frac{\partial s}{s u}$$

jde

$$\frac{\partial s}{\partial u} = \frac{s\frac{\partial \varphi_1}{\partial p} + \varphi_2\frac{\partial \varphi_1}{\partial q} + \varphi_1\frac{\partial \varphi_2}{\partial p}\frac{\partial \varphi_1}{\partial s} + s\frac{\partial \varphi_2}{\partial q}\frac{\partial \varphi_1}{\partial s}}{1 - \frac{\partial \varphi_1}{\partial s}\frac{\partial \varphi_2}{\partial s}},$$

$$\frac{\partial s}{\partial v} = \frac{\varphi_1\frac{\partial \varphi_2}{\partial p} + s\frac{\partial \varphi_2}{\partial q} + s\frac{\partial \varphi_1}{\partial p}\frac{\partial \varphi_2}{\partial s} + \varphi_2\frac{\partial \varphi_1}{\partial q}\frac{\partial \varphi_2}{\partial s}}{1 - \frac{\partial \varphi_1}{\partial s}\frac{\partial \varphi_2}{\partial s}}.$$

Ježto pak musí býti

$$ds = \frac{\partial s}{\partial u}du + \frac{\partial s}{\partial v}dv,$$

obdrzíme vyjádřením podmínky integrability

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial s}{\partial u}\right) = \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)$$

po příslušných redukcích

$$\frac{\partial}{\partial u}\frac{p^2}{p^2-4q^2}\left(\frac{2q^2s}{\sqrt{q^2-p^2}} - \frac{16q^2s^2}{p^3} + \frac{3p^3q^4}{(q^2-p^2)^2} - \frac{5q^2p^2s+4q^4s}{(q^2-p^2)^{3/2}}\right.$$
$$\left. - \frac{2s^2}{p} + \frac{4q^4s}{p^2\sqrt{q^2-p^2}}\right) = \frac{\partial}{\partial v}\frac{p^2}{p^2-4q^2}\left(\frac{10\,qs^2}{p^2} + \frac{8pq^3s+p^3qs}{(q^2-p^2)^{3/2}} - \right.$$
$$\left. - \frac{6sq^3}{p\sqrt{q^2-p^2}} - \frac{p^4q^3+2p^2q^5}{(q^2-p^2)^2} + \frac{8q^3s^2}{p^4}\right),$$

neb konečně

12) $$\frac{3(4q^2-p^2)}{p}s^3 - \frac{20q^6+9p^2q^4-15p^4q^2+4p^6}{(q^2-p^2)^{3/2}}s^2 +$$
$$+ \frac{p^3q^2(13q^4-11p^2q^2+4p^4)}{(q^2-p^2)^2}s + \frac{p^6q^4}{(q^2-p^2)^{3/2}} = 0.$$

Tím redukován problém na řešení rovnic 11) a 12). Označíme-li

$$\alpha = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} i, \text{ resp. } \alpha = 1,$$

obdržíme z rovnice 12), omezíme-li se na členy s $q^2$

$$s = \frac{4p^7 - 15p^5q^2 + \alpha\sqrt[3]{64p^{21} - 936p^{19}q^2} + \alpha^2\sqrt[3]{64p^{21} - 936p^{19}q^2}}{9(4q^2 - p^2)(q^2 - p^2)^{3/2}} = \varphi_3.$$

Máme pak nalézti $\psi$, $p$, $q$ jako funkce $u$, $v$, aby splňovaly relace

$$d\psi = p du + q dv, \quad dp = \varphi_1 \vartheta u + \varphi_3 \vartheta v, \quad \vartheta q = \varphi_3 du + \varphi_2 \vartheta v.$$

Utvoříme-li systém korrespondující 1. řádu

$$A(\varrho) = \frac{\partial \varrho}{\partial u} + p \frac{\partial \varrho}{\partial \psi} + \varphi_1 \frac{\partial \varrho}{\partial p} + \varphi_3 \frac{\partial \varrho}{\partial q} = 0$$

$$B(\varrho) = \frac{\partial \varrho}{\partial v} + q \frac{\partial \varrho}{\partial \psi} + \varphi_3 \frac{\partial \varrho}{\partial p} + \varphi_2 \frac{\partial \varrho}{\partial q} = 0,$$

kde $\varrho$ značí funkci 5 neodvisle proměnných $u$, $v$, $\psi$, $p$, $q$, pak tvoří systém hořejší systém Jacobi-ho, jsou-li splněny identicky podmínky

$$A(\varphi_3) = B(\varphi_1), \quad A(\varphi_2) = B(\varphi_3).$$

V tomto případě najdeme 3 řešení neodvislá pro $\varrho$ o 3 konstantách $c_1$, $c_2$, $c_3$, a pak jest $\psi = \psi(u, v, c_1, c_2, c_3,)$ řešením obecným rovnic 11) a 12). Netvoří-li rovnice systém Jacobi-ho, pak rovnice

13) $$A(\varphi_3) = B(\varphi_1), \quad A(\varphi_2) = B(\varphi_3)$$

dávají jednu neb dvě relace mezi $u$, $v$, $\psi$, $p$, $q$. První z rovnic 13) dává v našem případě

$$\frac{\partial r}{\partial p}\varphi_3 + \frac{\partial r}{\partial q}\varphi_2 = \frac{\partial s}{\partial p}\varphi_1 + \frac{\partial s}{\partial q}\varphi_3.$$

Členy obsahující jen $p$ a první mocnost $q$ skýtají

$$r = \frac{8}{9i}(1 + \alpha + \alpha^2)pq + \frac{pq}{i}, \qquad s = -\frac{4}{9i}(1 + \alpha + \alpha^2)p^2,$$

$$t = \frac{8}{9i}(1 + \alpha + \alpha^2)pq, \qquad \frac{\partial r}{\partial p} = -\frac{8}{9i}(1 + \alpha + \alpha^2)p - \frac{q}{i},$$

$$\frac{\partial r}{\partial q} = \frac{8}{9i}(1+\alpha+\alpha^2)p - \frac{p}{i}, \qquad \frac{\partial r}{\partial s} = -\frac{2q}{p},$$

$$\frac{\partial s}{\partial p} = \frac{8p}{9i}(1+\alpha+\alpha^2), \qquad \frac{\partial s}{\partial q} = \frac{q}{9i}(14+5\alpha+5\alpha^2).$$

Redukuje se pak relace

$$\frac{\partial r}{\partial v} = \frac{\partial s}{\partial u}$$

na

$$(1+\alpha+\alpha^2)(11+29\alpha+29\alpha^2)=0,$$

vymizí tudíž identicky pro

$$\alpha = -\frac{1}{2} + \frac{i\sqrt{3}}{2}.$$

Rovněž tak vymizí obdobný člen v relaci

$$\frac{\partial s}{\partial v} = \frac{\partial t}{\partial u},$$

ježto pro

$$\frac{\partial t}{\partial p} = -\frac{8}{9i}(1+\alpha+\alpha^2)q, \quad \frac{\partial t}{\partial q} = \frac{8}{9i}(1+\alpha+\alpha^2)p, \quad \frac{\partial t}{\partial s} = -\frac{2q}{p},$$

obsahují všechny členy součinitele $1+\alpha+\alpha^2$.

Nutno vyšetřiti členy obsahující $q^2$. Označíme k vůli krátkosti

$9(4q^2-p^2)^2(q^2-p^2)^{3/2}=a, \quad (64p^{21}-936p^{19}q^2)^{2/3}=b.$ Pak jest

$$r = \frac{1}{a}\left[p^{10}q - 128(\alpha+\alpha^2)\frac{p^{24}q}{b}\right],$$

$$t = -\frac{1}{a}\left[8p^{10}q + 128(\alpha+\alpha^2)\frac{p^{24}q}{b}\right],$$

$$s = \frac{1}{a}\left[4p^{11}-35p^9q^2+(\alpha+\alpha^2)\frac{64p^{25}-1256p^{23}q^2}{b}\right],$$

$$\frac{\partial s}{\partial p} = \frac{1}{a}\left[8p^{10}-84p^8q^2+(\alpha+\alpha^2)\frac{128p^{24}-2592p^{22}q^2}{b}\right],$$

$$\frac{\partial s}{\partial q} = -\frac{1}{a}\left[14p^9q+80(\alpha+\alpha^2)\frac{p^{23}q}{b}\right],$$

$$\frac{\partial t}{\partial p} = \frac{1}{a}\left[8p^9q+128(\alpha+\alpha^2)\frac{p^{23}q}{b}\right],$$

$$\frac{\partial t}{\partial q} = -\frac{1}{a}\left[8p^{10} - 97p^8 q^2 + (\alpha+\alpha^2)\frac{128p^{24} - 2512p^{22}q^2}{b}\right],$$

$$\frac{\partial t}{\partial s} = -\frac{2q}{p}.$$

Pro tyto hodnoty dává relace

$$\frac{\partial t}{\partial u} = \frac{\partial s}{\partial v}$$

nebo

$$r\frac{\partial t}{\partial p} + s\frac{\partial t}{\partial q} + r\frac{\partial t}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial p} + s\frac{\partial t}{\partial s}\frac{\partial s}{\partial q} - s\frac{\partial s}{\partial p} - t\frac{\partial s}{\partial q} = 0$$

po příslušné redukci

$$[bp^9 + 16p^{23}(\alpha+\alpha^2)]\,[319bp^{10}q^2 + 10384p^{24}q^2(\alpha+\alpha^2) - \\ - 166p^{12} - 256p^{26}(\alpha+\alpha^2)] = 0.$$

Pro $\alpha = 1$ obdržíme z této rovnice

$$(b + 32p^{14})\,(319bq^2 + 20768p^{14}q^2 - 16bp^2 - 512p^{16}) = 0,$$

pro

$$\alpha = -\frac{1}{2} + \frac{i\sqrt{3}}{2}$$

$$(b - 16p^{14})\,(319bq^2 - 10384p^{14}q^2 - 16bp^2 + 256p^{16}) = 0,$$

tedy není podmínka 13) identicky splněna. Musí býti tudíž $q$ funkcí $p$. Budiž

$$q = \varphi(p),$$

pak jest

$$s = \varphi'.r, \quad t = \varphi'.s = \varphi'^2 r.$$

Z rovnice první 11) jde

$$r = \frac{\varphi\sqrt{\varphi^2 - p^2}}{\varphi'^2 - 1}, \qquad s = \frac{\varphi\varphi'\sqrt{\varphi^2 - p^2}}{\varphi'^2 - 1}, \qquad t = \frac{\varphi\varphi'^2\sqrt{\varphi^2 - p^2}}{\varphi'^2 - 1}.$$

Z podmínky integrability

$$\frac{\partial r}{\partial v} = \frac{\partial s}{\partial u}$$

plyne pak

$$\varphi\varphi''(\varphi'^2 - 1)\sqrt{\varphi^2 - p^2} = 0.$$

Označíme-li integrační konstanty $k$, $k_1$, obdržíme

$$q = kp + k_1,$$
$$\psi = k_1 v + \varphi_1 (u + kv).$$

Druhá rovnice systému 11) dává pro tyto hodnoty

$$\varphi_1''[2k(k_1+k\varphi_1')^3 - 2k(k_1+k\varphi_1')\varphi_1'^2 - k^2\varphi_1'^3 + \varphi_1\varphi_1'(k_1+k\varphi_1')^2] = 0,$$

první rovnice 11) pak

$$\varphi_1''(k^2 - 1) = (k_1 + k\varphi_1')\sqrt{(k_1+k\varphi_1')^2 - \varphi_1'^2}.$$

Hodnotu $\varphi_1'' = 0$ nutno vyloučiti, ježto dle poslední rovnice musí býti v tomto případě $q = p$. Aby vymizel výraz při $\varphi_1''$ identicky, musí koëfficienty jednotlivých mocnin $\varphi_1'$ se rovnati nule, což nastává jen pro $k = \pm 1$, $k_1 = 0$. Neobdržíme tudíž v tomto případě žádného řešení, ježto vždy $\sin\omega = 0$.

Vymizí-li na př. $c_1$, redukují se rovnice 8) a 9) na

$$\frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\alpha} - \frac{\partial}{\partial\beta}(\sqrt{e}\cos\omega) = 0, \qquad c\,e\sin\omega = \frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\beta} - \frac{\partial}{\partial\alpha}(\sqrt{e}\cos\omega),$$
$$\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{2c\sqrt{e}\cos\omega - \omega_\beta}{\sin\omega} + \frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{\omega_\alpha}{\sin\omega} = 0.$$

Z první rovnice jde

$$\sqrt{e} = \psi_\beta, \qquad \sqrt{e}\cos\omega = \psi_\alpha,$$

třetí pomocí prvních dvou se dá psáti analogicky jako dříve

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{\sqrt{e}}{\sin\omega} + \frac{\partial}{\partial\beta}\frac{\sqrt{e}\cos\omega}{\sin\omega} = 0.$$

Dosadíme-li za $e$ a $\omega$ hodnoty jich, redukuje se úloha na řešení rovnic

$$\psi_{\beta\beta} - \psi_{\alpha\alpha} = c\psi_\beta\sqrt{\psi_\beta^2 - \psi_\alpha^2},$$
$$2\psi_\beta\psi_{\alpha\beta}(\psi_\beta^2 - \psi_\alpha^2) + \psi\ \psi_\beta\psi\ - \psi^3\psi_{\beta\beta} = 0,$$

tudíž na systém rovnic 11.)

Úloha nemá pro $c \neq c_1$ řešení.

## II.

$$c = c_1.$$

Rovnice 8, 9, 10 nabývají tvaru pro $e = \varepsilon^2$

14) $$c\varepsilon^2\sin\omega = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\alpha} - \frac{\partial}{\partial\beta}(\varepsilon\cos\omega), \qquad c\varepsilon^2\sin\omega = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\beta} - \frac{\partial}{\partial\alpha}(\varepsilon\cos\omega),$$

$$15)\qquad \frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{2c\varepsilon\cos\omega-\omega_\alpha}{\sin\omega}=\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{2c\varepsilon\cos\omega-\omega_\beta}{\sin\omega},$$

$$16)\qquad \varepsilon^2\sin\omega=\omega_{\alpha\,\beta}-c\frac{\partial\varepsilon}{\partial\alpha}-c\frac{\partial\varepsilon}{\partial\beta}\cdot$$

Z rovnic 14) jde

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}(\varepsilon+\varepsilon\cos\omega)=\frac{\partial}{\partial\beta}(\varepsilon+\varepsilon\cos\omega),$$

tudíž

$$\varepsilon+\varepsilon\cos\omega=\Phi(\alpha+\beta),$$

kde $\Phi$ značí libovolnou funkci argumentu $\alpha+\beta$. Položíme-li

$$\alpha+\beta=u,\quad \alpha-\beta=v,$$

jde z první rovnice 14), ježto

$$\varepsilon\cos\omega=\Phi-\varepsilon,$$

$$\frac{\partial}{\partial u}(2\varepsilon-\Phi)=c\,\varepsilon\sqrt{\Phi}\sqrt{2\varepsilon-\Phi}.$$

Zavedeme-li místo $\varepsilon$ novou neznámou

$$17)\qquad \varepsilon=\frac{\Phi+t^2}{2},$$

tudíž

$$\cos\omega=\frac{\Phi-\varepsilon}{\varepsilon}=\frac{\Phi-t^2}{\Phi+t^2},\qquad \sin\omega=\frac{2+\sqrt{\Phi}}{\Phi+t^2},$$

obdržíme diff. rovnici pro $t$

$$18)\qquad \frac{\partial t}{\partial u}=c\frac{t+\Phi}{4}\sqrt{\Phi},$$

rovnici to Riccati-ovu. Substitucí

$$t=\varrho\sqrt{\Phi}$$

jde z poslední rovnice

$$\frac{\partial}{\partial u}\frac{1}{\Phi\varrho^2}=-\frac{c}{2}\frac{1+\varrho^2}{\varrho^3},$$

jejíž partikulární řešení nezávislé na $v$ budiž $\varrho_0$. Klademe-li pak

$$\varrho=\varrho_0+\frac{1}{\varrho_1},$$

obdržíme po krátké redukci

$$\frac{\partial \varrho_1}{\partial u}+\frac{\varrho_1}{2}\left(c\,\Phi\,\varrho_0-\frac{\Phi'}{\Phi}\right)+\frac{c\Phi}{4}=0.$$

Integrací jde

$$\frac{1}{\varrho_1}=\frac{1}{\sqrt{\Phi}}\frac{U_1}{V+U_2},$$

kde $U_1$, $U_2$ jsou funkce argumentu $u$, $V$ argumentu $v$. Klademe-li $\varrho_0\sqrt{\Phi}=U$, jest

$$t=U+\frac{U_1}{U_2+V}.$$

Rovnice 18) dává pro tuto hodnotu srovnáním koëfficientů při mocninách $V$

$$19)\quad U'=\frac{c}{4}(\Phi+U^2)\sqrt{\Phi},\qquad U_1'=\frac{c}{2}UU_1\sqrt{\Phi},\qquad U_2'=-\frac{c}{4}U_1\sqrt{\Phi}.$$

Z rovnic 14) jde

$$\frac{\partial}{\partial \alpha}\frac{c\varepsilon+c\varepsilon\cos\omega-\omega_\alpha}{\sin\omega}=\frac{\partial}{\partial \beta}\frac{c\varepsilon+c\varepsilon\cos\omega-\omega_\beta}{\sin\omega},$$

tudíž pomocí 15)

$$\frac{\partial}{\partial \alpha}\frac{\varepsilon(1-\cos\omega)}{\sin\omega}=\frac{\partial}{\partial \beta}\frac{\varepsilon(1-\cos\omega)}{\sin\omega},$$

neb

$$\frac{\partial}{\partial v}\frac{\varepsilon(1-\cos\omega)}{\sin\omega}=0.$$

Použijeme-li hodnoty 17) a výrazu pro $t$, obdržíme z poslední rovnice postupně

$$\frac{\partial}{\partial v}(t\Phi+t^3)=0,$$

$$U_1V'\,[\Phi(V+U_2)^2+3U^2(V+U_2)^2+6UU_1(V+U_2)+3U_1^2]=0.$$

Za předpokladu $U_1\neq 0$ musí býti

$$\Phi+3U^2=0,\quad U_2\Phi+3U^2U_2+3UU_1=0,$$
$$\Phi U_2^2+3U^2U_2^2+6UU_1U_2+3U_1^2=0,$$

tedy $U=0$, $\Phi=0$, $U_1=0$ proti supposici. Musí tudíž $V'=0$, a pak jest $t$ funkcí argumentu $u$

$$t = U.$$

Rovnice 16) se redukuje na

$$\varepsilon^2 \sin \omega = \omega_{uu} - 2c\varepsilon_u$$

a po dosazení příslušných hodnot za $\varepsilon$ a $\omega$ na

$$\frac{U\sqrt{\Phi}\,(\Phi + U^2)}{2} = \frac{d}{du}\,\frac{2U'\Phi - U\Phi'}{\sqrt{\Phi}\,(U^2 + \Phi)} - c\,(\Phi' + 2UU'),$$

tedy pomocí 19)

$$\frac{2UU'}{c^2} = \frac{1}{4}\,\frac{d}{du}\,\frac{2U'\Phi - U\Phi'}{U'} - \Phi - 2UU'.$$

Integrací jde pak

$$\frac{U^2}{c^2} = \frac{1}{4}\,\frac{2U'\Phi - U\Phi'}{U'} - \Phi - U^2 + k,$$

a dále

$$\frac{U^4}{c^2} = -U^2\Phi - U^4 + 2kU^2 + k_1,$$

kde $k$, $k_1$ značí integrační konstanty. Poslední rovnice ve spojení s 19) dává

$$\Phi = \frac{2c^2kU^2 - (1 + c^2)\,U^4 + kc^2}{c^2U^2},$$

20)
$$U' = \frac{2c^2kU^2 - U^4 + k_1c^2}{4c^2U^3}\,\sqrt{2c^2kU^2 - (1 + c^2)\,U^4 + k_1c^2},$$

z čehož integrací plyne

$$\cos\sqrt{c^2k^2 + k_1 U} = \frac{U^4[c^2k^2(1+2c^2)+k_1(1+c^2)]+2kU^2(c^2k_1-c^2k-k_1)-c^2k_1(c^2k^2+k_1-k_1c^2)}{(c^2k^2+k_1+k_1c^2)\,(U^4-2c^2kU^2-c^2k_1)}.$$

Rovnice 6a) skýtají pro

$$\frac{D}{\sqrt{eg - f^2}} = \frac{D''}{\sqrt{eg - f^2}} = \varrho$$

$$-\frac{\partial lg\varrho}{\partial u} = 2\,\frac{(1+2c^2)U^8-(2c^2k+2c^4k)U^6-2c^4kk_1U^2-c^4k_1^{\,2}}{U(U^4-2c^2kU^2-k_1c^2)\,[2c^2kU^2-(1+c^2)U^4+k_1c^2]}\,U$$

z čehož jde pro totální křivost plochy

$$21)\ K=\frac{1}{\varrho^2}=\frac{(2c^2kU^2-U^4+k_1c^2)^2\,[2c^2kU^2-(1+c^2)U^4+k_1c^2]^{\frac{c^2}{1+c^2}}}{U^4\left[\frac{2c\sqrt{c^2k^2+k_1+k_1c^2}+2(1+c^2)U^2-2c^2k}{2c\sqrt{c^2k^2+k_1+k_1c^2}-2(1+c^2)U^2+2c^2k}\right]^{\frac{kc^3}{(1+c^2)\sqrt{c^2k^2+k_1+k_1c^2}}}}$$

Koëfficienty lin. elementu 1) jsou pak dle 4)

$$E=\varepsilon^2\varrho^2,\quad F=-\varepsilon^2\varrho^2\cos\omega,\quad G=\varepsilon^2\varrho^2.$$

Je-li v rovnicích 20)

$$k_1(1+c^2)+c^2k^2=0,$$

obdržíme

$$U'=\frac{(kU^2+k_1)(2c^2kU^2-U^4+k_1c^2)}{4c\sqrt{k_1}\,U^3}$$

$$\Phi=\frac{(kU^2+k_1)^2}{k_1U^2},\quad \cos\omega=\frac{2c^2kU^2-(1+2c^2)U^4+k_1c^2}{2c^2kU^2-U^4+k_1c^2}$$

dle 6a) pak

$$\frac{dlg\varrho}{du}=\frac{(1+2c^2)\,U^8-2c^2k\,(1+c^2)\,U^6-2c^4kk_1U^2-c^4k_1^2}{U(-2\,c^2kU^2+U^4-k_1c^2)}\,U',$$

$$K=\frac{1}{\varrho^2}=\frac{(2c^2kU^2-U^4+k_1c^2)^2}{U^4(kU^2+k_1)^{\frac{2k_1}{k^2}}}\,e^{-\frac{2k_1^2}{k^2}\frac{1}{kU^2+k_1}}$$

Lin. element 1) nabývá v tomto případě tvaru

$$ds^2=\frac{1}{4c^4}\,(kU^2+k_1)^{\frac{2k_1}{k^2}}\,e^{\frac{2k_1^2}{k^2}\frac{1}{kU^2+k_1}}\,(\delta\alpha^2-\cos\omega\delta\alpha\delta\beta+\delta\beta^2).$$

Plochy pro $c=c_1$ jsou tedy isometrické k plochám rotačním.

Položíme-li krátce v předcházejících lin. elementech

$$ds^2=\frac{A^2}{4}\,(\delta\alpha^2-2\cos\omega\delta\alpha\delta\beta+d\beta^2),$$

tudíž při čarách křivoznačných jako křivkách souřadných

$$ds^2=A^2\,(\sin^2\frac{\omega}{2}\,du^2+\cos^2\frac{\omega}{2}\,dv^2),$$

a zavedeme novou proměnou při nezměněných čarách souřadných

$$\int tg \frac{\omega}{2} du = u_1,$$

nabude lin. element tvaru

$$ds^2 = A_1^2 (\delta u_1^2 + \delta v^2),$$

při čemž značí

$$A_1 = \frac{A}{\cos\frac{\omega}{2}}.$$

Čáry křivoznačné $u - v =$ konst. jsou geodetické, tudíž rovinné. (Poledníky rotační plochy.) Souřadnice pravoúhlé ploch těchto se obdrží známým postupem ve tvaru

$$x = \frac{A_1}{l} \sin(l_1 - lv), \; y = \frac{A_1}{l} \cos(l_1 - lv), \; z = \frac{1}{l} \int \sqrt{l^2 A_1^2 - A_1'^2} du_1$$

kde $l$, $l_1$ značí libovolné parametry.

Plochy v této části projednávané vyznačují se tím, že rovnice 14) poskytují k témuž úhlu $\omega$ veličinu $\varepsilon$ obsahující podstatnou integrační konstantu. Z uvedených rovnic jde totiž

$$\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)_\alpha = \frac{1}{\varepsilon} \frac{\omega_\beta + \cos\omega\omega_\alpha}{\sin\omega} - c\frac{1 + \cos\omega}{\sin\omega},$$

$$\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)_\beta = \frac{1}{\varepsilon} \frac{\cos\omega\omega_\beta + \omega_\alpha}{\sin\omega} - c\frac{1 + \cos\omega}{\sin\omega},$$

z podmínky integrability pak

$$\frac{1}{\varepsilon}\left[\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{\omega_\alpha}{\sin\omega}\right) - \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{\omega_\beta}{\sin\omega}\right)\right] - c(1 + \cos\omega)\frac{\cos\omega}{\sin^2\omega}(\omega_\alpha + \omega_\beta) = 0.$$

Poněvadž $\omega$ jest funkcí argumentu $\alpha + \beta$, jest rovnice poslední splněna identicky.

## III. $c = c_1 = 0$.

Sférické obrazy čar diagonálních jsou hlavní kružnice na kouli. Rovnice 8), 9), 10) se redukují v tomto případě na tyto pro $e = g = \varepsilon^2$, $f = \varepsilon^2 \cos\omega$,

22) $$\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{f}{\sqrt{g}} - \frac{\partial\sqrt{g}}{\partial\alpha} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{f}{\sqrt{e}} - \frac{\partial\sqrt{e}}{\partial\beta} = 0$$

23) $$\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{1}{\sin^2\omega}\left(2\cos\omega\frac{\partial\, lg\,\varepsilon}{\partial\beta} - 2\cos^2\omega\frac{\partial\, lg\,\varepsilon}{\partial\alpha} - \sin\omega\omega_\beta\right) =$$
$$= \frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{1}{\sin^2\omega}\left(2\cos\omega\frac{\partial lg\varepsilon}{\partial\alpha} - 2\cos^2\omega\frac{\partial lg\varepsilon}{\partial\beta} - \sin\omega\omega_\alpha\right),$$

24) $$\varepsilon^2\sin\omega = \omega_{\alpha\beta}.$$

Z rovnic 22) jde

$$\frac{\partial}{\partial\beta}(\varepsilon\cos\omega) = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\alpha}, \quad \frac{\partial}{\partial\alpha}(\varepsilon\cos\omega) = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\beta},$$

tudíž

$$\varepsilon = \psi_\beta, \quad \varepsilon\cos\omega = \psi_\alpha,$$
$$\psi_{\alpha\alpha} - \psi_{\beta\beta} = o.$$

Z poslední rovnice integrací obdržíme

$$\psi = \varphi(\alpha+\beta) - \varphi_1(\alpha-\beta),$$

pro kteroužto hodnotu jde

25) $$\varepsilon = \varphi' + \varphi_1', \quad \cos\omega = \frac{\varphi' - \varphi_1'}{\varphi' + \varphi_1'}, \quad \sin\omega = \frac{2\sqrt{\varphi_1'\varphi'}}{\varphi' + \varphi_1'}.$$

Rovnice 23) dává pomocí rovnic 22), které se dají psáti ve tvaru

$$\cos\omega\frac{\partial lg\varepsilon}{\partial\beta} - \frac{\partial lg\varepsilon}{\partial\alpha} - \sin\omega\omega_\beta = o, \quad \cos\omega\frac{\partial lg\varepsilon}{\partial\alpha} - \frac{\partial lg\varepsilon}{\partial\beta} - \sin\omega\omega_\alpha = o,$$

$$\frac{\partial}{\partial\beta}\frac{2\cos\omega.\,\omega_\alpha + \omega_\beta}{\sin\omega} = \frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{2\cos\omega\omega_\beta + \omega_\alpha}{\sin\omega},$$

neb

$$\frac{\partial}{\partial\alpha}\frac{\omega_\alpha}{\sin\omega} = \frac{\partial}{\partial\beta}\frac{\omega_\beta}{\sin\omega}.$$

Dosazením hodnoty

$$tg\frac{\omega}{2} = \frac{\varphi_1}{\varphi'}$$

dává předchozí rovnice identitu. Zbývá splniti ještě rovnici 24)

$$\varepsilon^2\sin\omega = \omega_{\alpha\beta}.$$

Pro hodnoty 25) obdržíme po náležité úpravě funkcionální rovnici pro $\varphi$, $\varphi_1$

$$26)\quad 3\varphi'^2\varphi_1'\varphi_1''^2+3\varphi'\varphi_1'^2\varphi''^2+\varphi'^3\varphi_1''^2+\varphi_1'^3\varphi''^2-2\varphi'^3\varphi_1'\varphi_1'''-$$
$$-2\varphi'^2\varphi_1'^2\varphi'''-2\varphi'^2\varphi_1'^2\varphi_1'''-2\varphi'\varphi_1'^3\varphi'''=4\varphi'^2\varphi_1'^2(\varphi'+\varphi_1')^3.$$

Za předpokladu $\varphi''\neq o$, $\varphi_1''\neq o$ lze psáti rovnici 26) ve tvaru

$$3\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}-2\varphi_1'''+3\frac{\varphi''^2}{\varphi'}-2\varphi'''+\varphi'\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'^2}-2\frac{\varphi_1'''}{\varphi_1'}\right)$$
$$+\varphi_1'\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'^2}-2\frac{\varphi'''}{\varphi'}\right)=4(\varphi'+\varphi_1')^3,$$

neb pomocí vztahů

$$3\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}-2\varphi_1'''=-\frac{\varphi_1'^3}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'^3}\right)',\quad \frac{3\varphi''^2}{\varphi'}-2\varphi'''=-\frac{\varphi'^3}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'^3}\right)',$$

$$\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'^2}-2\frac{\varphi_1'''}{\varphi_1'}=-\frac{1}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}\right)',\quad \frac{\varphi''^2}{\varphi'^2}-2\frac{\varphi'''}{\varphi'}=-\frac{1}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'}\right)',$$

$$26a)\quad \frac{\varphi_1'^3}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'^3}\right)'+\frac{\varphi'^3}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'^3}\right)'+\frac{\varphi'}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}\right)'+\frac{\varphi_1'}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'}\right)'+$$
$$+4(\varphi'+\varphi_1')^3=0.$$

Derivací dle $\alpha+\beta$ jde

$$27)\quad \left[\frac{\varphi_1'^3}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'^3}\right)'\right]'+\varphi'\left[\frac{1}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}\right)'\right]'+\frac{\varphi_1''}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'}\right)'+$$
$$+12(\varphi'+\varphi_1')^2\varphi_1''=0,$$

derivací dle $\alpha-\beta$

$$28)\quad \varphi''\left[\frac{1}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}\right)'\right]'+\varphi_1''\left[\frac{1}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'}\right)'\right]'+24(\varphi'+\varphi_1')\varphi''\varphi_1''=0.$$

Musí tudíž býti

$$\frac{1}{\varphi_1''}\left[\frac{1}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}\right)'\right]'+24\varphi_1'=-\frac{1}{\varphi''}\left[\frac{1}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'}\right)'\right]'-24\varphi'=k,$$

z čehož jde, označíme-li integrační konstanty $k_1$, $k_2$,

$$\frac{1}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1'}\right)'=-12\varphi_1'^2+k\varphi_1^{1}+k_1,\quad \frac{1}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'}\right)'=-12\varphi'^2-k\varphi'+k_2.$$

Pro hodnoty tyto dává rovnice 27)

$$\frac{\varphi_1^{13}}{\varphi_1''}\left(\frac{\varphi_1''^2}{\varphi_1^{13}}\right)'=-4\varphi_1'^3-k_2\varphi_1'+k_3,$$

rovnice 26a) pak

$$\frac{\varphi'^3}{\varphi''}\left(\frac{\varphi''^2}{\varphi'^3}\right)' = -4\varphi'^3 - k_1\varphi' - k^3.$$

Srovnáme-li výsledky tyto s předchozími, obdržíme

$$k_2 = k_1,$$

29) $$\varphi''^2 = -4\varphi'^4 - \frac{k}{2}\varphi'^3 + k_1\varphi'^2 + \frac{k_3}{2}\varphi',$$

$$\varphi_1''^2 = -4\varphi_1'^4 + \frac{k}{2}\varphi_1'^3 + k_1\varphi_1'^2 - \frac{k_3}{2}\varphi_1'.$$

Položíme-li místo $k$, $k_1$, $k_3$ resp. $-16k$, $8k_1$, $-8k_2$, lze psáti

$$\alpha + \beta = \int \frac{d\varphi'}{\sqrt{-4\varphi'^4 + 8k\varphi'^3 + 8k_1\varphi'^2 - 4k_2\varphi'}},$$

$$\alpha - \beta = \int \frac{d\varphi_1'}{\sqrt{-4\varphi_1'^4 - 8k\varphi_1'^3 + 8k_1\varphi_1'^2 + 4k_2\varphi_1'}}.$$

Pro integraci klademe

$$\varphi' = m + z, \quad z = \frac{2p'a}{n} - \frac{4p'a}{n} z_1, \quad z_1 = \frac{1}{2}\frac{p'u - p'a}{pu - pa}.$$

Srovnáním koëfficientů forem

$$\varphi'^4 - 2k\varphi'^3 - 2k_1\varphi'^2 + k_2\varphi' = (z^2 + Az + B)^2 - nz$$

jde

$$A = 2m - k, \quad B = m^2 - km - k_1 - \frac{k^2}{2}, \quad m = \frac{(2k_1 + k^2)^2}{4(k_2 - 2kk_1 - k^3)},$$

$$n = k^3 + 2kk_1 - k_2.$$

Výraz

$$(z_1^2 - 3pa)^2 - 2(p''a - 2z_1 p'a) = [p(u) - p(u+a)]^2$$

dává vyjádřen pomocí $z$

$$\left(\frac{4p''^2a - 48pap'^2 - 4nzp''a + n^2z^2}{16p'^2a}\right)^2 - nz,$$

tudíž srovnán s výrazem $(z^2 + Az + B)^2 - nz$ skýtá

$$p'^2a = \frac{n^2}{16}, \quad p''a = -\frac{An}{4}, \quad 3pa = \frac{A^2}{4} - B.$$

Použijeme-li vztahů

$$p'^2 a = 4p^3 a - g_2 pa - g_3, \quad p'' a = 6p'^2 a - \frac{g_2}{2},$$

obdržíme

$$g_2 = \frac{4}{3}\left(\frac{A^2}{4} - B\right)^2 + \frac{An}{2} = \frac{2k_1^2 + 3kk_2}{6},$$

$$g_3 = \frac{4}{27}\left(\frac{A^2}{4} - B\right)^3 - \frac{n^2}{16} - \frac{g_2}{2}\left(\frac{A^2}{4} - B\right) = \frac{16k_1^3 + 36kk_1k_2 - 27k_2^2}{2^4.3^3}$$

Pro souvislost proměnných $\alpha + \beta$ a $u$ nabýváme z rovnice

$$-\varphi'^4 + 2k\varphi'^3 + 2k_1\varphi'^2 - k_2\varphi' = nz - (z^2 + Az + B)^2$$

neb

$$-[pu - p(u+a)]^2 = \frac{1}{4}\left[\frac{dF'}{d(\alpha+\beta)}\right]^2 = -\left(\frac{dz_1}{du}\right)^2 = -\left(\frac{dz}{du}\right)^2$$

vztahu

$$u = \pm 2i(\alpha + \beta).$$

Klademe-li analogicky v integrálu pro $\alpha - \beta$

$$\varphi_1' = m_1 + y,$$

obdržíme z rovnice

$$-\varphi_1'^4 - 2k\varphi_1'^3 + 2k_1\varphi_1'^2 + k_2\varphi_1' = n_1 y - (y^2 + A_1 y + B_1)^2$$

srovnáním součinitelů

$$A_1 = 2m_1 + k, \quad B_1 = m_1^2 + m_1 k - k_1 - \frac{k^2}{2},$$

$$m_1 = \frac{(2k_1 + k^2)^2}{4(2kk_1 + k^3 - k_2)}, \; n_1 = k_2 - 2kk_1 - k^3.$$

Tudíž jest

$$m_1 = -m, \; n_1 = -n;$$

$g_2$, $g_3$ zůstávají při tom invariantními.

Pro

$$y = \frac{2p''a_1 - 4p'a_1 \,.\, y_1}{n_1}, \; y_1 = \frac{1}{2}\,\frac{p'v - p'a_1}{pv - pa_1}$$

jest

$$n_1 y - (y^2 + A_1 y + B_1)^2 = -[pv - p(v + a_1)]^2,$$

$$3pa_1 = \frac{A_1^2}{4} - B_1, \quad p'^2 a_1 = \frac{n^2}{16}, \quad p'' a_1 = \frac{nA_1}{4},$$

z čehož jde

$$a_1 = a,$$
$$v = \pm 2i(\alpha - \beta),$$

jelikož pro reelní konstanty $k$ a $n$ positivní jest $pa_1$, $p'a_1$ reelní i možno voliti libovolně znamení $p'a_1$. Plynou pak pro $\varphi'$, $\varphi'_1$ tyto hodnoty:

30)
$$\varphi' = m + \frac{4}{n}(pu - pa)[p(u+a) - pa] = \frac{k}{2} - \frac{1}{2}\frac{p'2i(\alpha+\beta) - p'a}{p2i(\alpha+\beta) - pa},$$
$$\varphi_1' = -m - \frac{4}{n}(pv - pa)[p(v+a) - pa] = -\frac{k}{2} + \frac{1}{2}\frac{p'2i(\alpha-\beta) - p'a}{p2i(\alpha-\beta) - pa}.$$

Ježto $u$ (resp. $v$) jest imaginární, nutno pro realitu $\varphi'$, aby oba faktory ve výrazu pro $\varphi'$ byly reellní neb konjugovány. Stává-li se $pu$ reelní pro $u$ imag., musí býti $u$ tvaru $it$ neb $it + \omega$ při $t$ reelním; hodnoty tyto nečiní však $p(u+a)$ reelním. Jsou tudíž $pu$ a $p(u+a)$ imag. konjugovány. Značí-li $2\omega$, $2\omega_1$ periody funkce $p$, musí býti pro $u = s + it$, ježto $p(s+it)$, $p(s-it)$ jsou hodnoty konjug.,

$$u + a = \pm (s - it) + 2\lambda\omega - 2\lambda_1\omega_1$$

pro celistvá čísla $\lambda$, $\lambda_1$. Z toho jde pro část reelní

$$s + a = \pm s + 2\lambda\omega,$$

a jelikož $a$ není násobkem $2\omega$, musí býti jen $2s + a = 2\lambda\omega$, z čehož jde buď

$$s = -\frac{a}{2} \text{ neb } s = -\frac{a}{2} + \omega.$$

Pro $g_2^3 - 27g_3^2 = 0$ redukují se funkce elliptické na nižší transcendenty. Volbou konstant $k$, $k_1$, $k_2$ možno pak docíliti specielních tvarů lin. elementů ploch.

Rovnice 6a) dávají pro koëfficienty lin. elementu koule 25)

$$\frac{\partial lg\varrho}{\partial\alpha} = -\frac{\varphi'' + \varphi_1''}{\varphi' + \varphi_1'}, \quad \frac{\partial lg\varrho}{\partial\beta} = -\frac{\varphi'' - \varphi_1''}{\varphi' + \varphi_1'},$$

tudíž

$$\varrho = \frac{a}{\varphi' + \varphi_1'} = \frac{a}{E},$$

rovnice 4) pak

31)
$$E = a^2, \; F = -a^2\cos\omega, \; G = a^2.$$

Geodetické křivosti čar souřadných jsou

$$\frac{1}{\varrho\alpha} = \frac{\omega\beta}{a}, \; \frac{1}{\varrho\beta} = \frac{\omega\alpha}{a}.$$

Vztáhneme-li lin. element na čáry křivoznačné

$$u = \alpha + \beta, \qquad v = \alpha - \beta,$$

obdržíme

$$ds^2 = \frac{a^2}{\varphi^2 + \varphi_1'} (\varphi_1' du^2 + \varphi' dv^2).$$

Hlavní poloměry křivosti $R_1$, $R_2$ jsou dány výrazy

$$R_1 = -\frac{a\sqrt{\varphi'\varphi_1'}}{\varphi_1'(\varphi' + \varphi_1')}, \quad R^2 = -\frac{a\sqrt{\varphi'\varphi_1}}{\varphi'(\varphi' + \varphi_1')},$$

úhel čar souřadných $\alpha =$ konst., $\beta =$ konst.

$$\cos\omega_1 = \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2},$$

sklon jich $\Theta$ s čarami křivoznačnými $v =$ konst.

$$tg^2\Theta = \frac{R_1}{R_2},$$

při čemž

$$\sin\Theta = \cos\frac{\omega_1}{2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_1 + R_2}}.$$

Zůstávají tudíž výrazy

$$\frac{R_1}{R_2(R_1 + R_2)^2} = \frac{\varphi'^2}{a^2}, \quad \frac{R_2}{R_1(R_1 + R_2)^2} = \frac{\varphi_1'^2}{a^2}$$

podél jednotlivých systémů čar křivoznačných konstantními, jelikož dle 31) čáry diagonální jsou aequidistanty. Geodetické křivosti čar křivoznačných jsou dány výrazy

$$\frac{1}{\varrho_u} = -\frac{\sqrt{\varphi_1'}\varphi''}{2a\varphi'\sqrt{\varphi' + \varphi_1'}}, \quad \frac{1}{\varrho_v} = -\frac{\sqrt{\varphi'}\varphi_1''}{2a\varphi_1'\sqrt{\varphi' + \varphi_1'}},$$

jich sférických obrazů při lin. elementu tohoto obrazu

$$d\sigma^2 = (\varphi' + \varphi_1')\ (\varphi' du^2 + \varphi_1' dv^2)$$

pak výrazy

$$\frac{1}{\varrho_u} = -\frac{\varphi''}{2\sqrt{\varphi'}(\varphi' + \varphi_1')^{3/2}}, \quad \frac{1}{\varrho_v} = -\frac{\varphi_1''}{2\sqrt{\varphi_1'}(\varphi' + \varphi_1')^{3/2}}.$$

---

Mezi tiskem této práce byl prof. Dr. F. Velísek povolán do zbraně, takže korrektury již sám provésti nemohl. V září 1914 došla pak truchlivá zpráva, že prof. Velísek v bitvě u Krasníku padl. Budiž jemu čestná paměť!

V Praze, dne 7. října 1914.

*F. Vejdovský.*

XX.

# Karststudien in Jamaica.

Von **J. V. Daneš.**

(Mit 6 Textfiguren, 4 photogr. Aufnahmen und einer Karte.)

Vorgelegt in der Sitzung am 19. Juni 1914.

## Inhalt.



## Einleitung.

Als ich im Jahre 1901 zum erstenmale die Karstgebiete Westbosniens und der Hercegovina bereiste, da geschah es mit den »Morphologischen und glazialen Studien« von Cvijić in der Hand, deren zweites Heft, den Karstpoljen gewidmet, mir als vorzüglicher Führer diente. Bald darauf jedoch, bevor ich noch meine eigenen Karststudien im engbegrenzten Gebiete antreten konnte, ist das Buch über die Karsthydrographie von A. Grund erschienen, welches annähernd das-

selbe Gebiet wie Cvijić in Westbosnien behandelt und zu vielfach ganz anderen Schlüssen gelangt. Die beiden weitauseinander greifenden Theorien der Poljenbildung und die neue karsthydrographische Hypothesis wollte ich an ihrer Gültigkeit prüfen und habe ein von beiden Forschern unberührtes Gebiet bearbeitet. Meine Studien, welche ich in einer ausführlichen Monographie in böhmischer Sprache und in zwei Resumés publiziert habe, führten mich zu dem Schlusse, dass die Resultate der zitierten Forscher so weit sie auch scheinbar entgegengesetzt sind, richtig sein können und dass nur die Generalisation der erzielten Resultate ihre allgemeine Geltendmachung quasi unter der Form eines »Gesetzes« verfehlt ist. Bezüglich der Karsthydrographie habe ich den Versuch gemacht darzulegen, dass die Karstwassertheorie Grund's mit der Karstgerinnen-Theorie seiner Gegner, speziell Katzer's, in der Weise in Einklang gebracht werden kann, dass sie nämlich zeitlich weit von einander entfernte Stadien im morphologischen Zyklus eines Karstgebietes darstellen.

Bei meiner eigenen Arbeit in dem tektonisch sehr komplizierten Gebiete ward es mir klar, dass die Resultate der Karstforschung im Dinarischen Gebiete besonders durch die komplizierten, auf das Relief und auch auf die hydrographischen Phänomene gewiss stark einwirkenden, tektonischen Verhältnisse zu sehr beeinflusst sein müssen, und habe den Plan gefasst, große Karstgebiete, welche tektonisch wenig gestört sind, zu besuchen, um die möglichst selbständige Tätigkeit der oberflächlich zerstörenden Kräfte in einem Karstgebiete zu studieren. Durch die Zitate, die Cvijić in seinem »Karstphänomen« angebracht hat, war mir Jamaica bekannt und durch das Studium der Fachwerke, in welchen die geologische und geographische Beschreibung der Insel enthalten ist, bin ich zur Überzeugung gelangt, dass Jamaica ein für meine Studien günstiges Gebiet wäre. Ich hatte im Plane, den internationalen Geologenkongress in Mexiko mitzumachen und habe mich entschlossen, auf der Hinreise einige Wochen auf Jamaica zu verbringen. Ich schiffte mich Mitte Juni 1906 in La Coruña für Havana ein, leider wurde ich jedoch durch die ungünstige nur einmal wöchentlich von Santiago de Cuba

verkehrende Schiffsverbindung nach Jamaica aufgehalten, so dass ich erst am 10. Juli nach Kingston gelangte.

Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Behörden, besonders des Sekretärs am Institute of Jamaica, der einzigen grösseren wissenschaftlichen Institution auf der Insel, wurde es mir ermöglicht, die orientierenden Studien und die Vorbereitungen zur Bereisung der Insel in einigen Tagen zu beenden. Zu Pferde trat ich die Reise an, welche über drei Wochen in Anspruch nahm und während welcher ich einen grossen Teil des Karstgebietes Jamaica zu sehen bekam. Allerdings konnte ich meine vorläufigen Pläne nicht vollkommen ausführen. Schuld daran tragen meine Unerfahrenheit in der tropischen Natur, das Wetter, welches recht stürmisch war und meine Pläne oft störte, und die schlechte Qualität meines Reitpferdes, welches den Anforderungen einer solchen Reise nicht gewachsen war — mir jedoch aus finanziellen Gründen unmöglich war, mich eines besseren Kommunikationsmittels zu bedienen.

Aus Amerika zurückgekehrt, habe ich mich anderen Studien zuwenden müssen, und so ist es geschehen, dass ich ausser kurzen Reiseberichten nur ein Resumé meiner Karststudien in Jamaica auf dem internationalen Geographenkongresse in Genf vorlegen konnte. Während der Zeit haben die Gegner der Grund'schen Karstwassertheorie mit Knebel und Katzer an der Spitze viele neue Gesichtspunkte eröffnet und auch die Studien von Brunhes haben die erosive Tätigkeit auch der unterirdischen Gewässer von neuer Seite beleuchtet. Auf einer mehrwöchigen Exkursion in dem Jura und in dem Karste der Causses wurde ich mit den wichtigsten Karstgebieten Frankreichs bekannt und auch neue Reisen in den Dinarischen Karst (Triestiner und Krainer Karst, weitere Umgebung von Sarajevo) haben mir die Gelegenheit verschafft mich mit den Grundlagen der neuen Ansichten vertraut zu machen, und ich konnte in der Beziehung mit den neuen Resultaten mich identifizieren, dass ich eine viel grössere Tätigkeit der mechanischen Erosion im Karste, als nach den älteren Ansichten angenommen wurde, festgestellt habe. Es wurde mir jedoch auch vollkommen klar, dass be-

sonders die Berücksichtigung dieses Faktors meine Theorie, dass es einen allmählichen Übergang vom Grundwasserregime in der Hydrographie eines Karstgebietes zum flussartigen Regime gibt, ausgiebig stärkt.

Die vorgebrachten Einwendungen und auch neuere eigene Studien haben A. Grund zu einer beträchtlichen Modifizierung seiner früher allzu generalisierenden Schlüsse gebracht und seine Karstwassertheorie ist in einer weniger radikalen Fassung wieder erschienen, in einer Fassung, welche den wirklichen Verhältnissen in den verschiedenen, in nicht gleichem Stadium der morphologischen Entwickelung begriffenen Karstgebieten viel näher entspricht. Wenn sich auch jetzt noch die Mehrzahl der Höhlenforscher scharf gegen seine Theorie wendet, bedeutet es nur, dass diese Herren meistens den Vorgang einer morphologischen Entwickelung ignorieren, und ihre Resultate in eng umschriebenen Karstgebieten — meistens in seichtem Karste, wo die Entwickelung natürlich viel schneller vor sich geht — für gesetzmässig für den Karst überhaupt erklären wollen. Die Generalisierung, die merkwürdige Richtung in der wissenschaftlichen Tätigkeit der letzten Jahrzehnte, die Schlüsse der eigenen persönlichen Erfahrung, so seicht und flüchtig und lokal begrenzt sie auch sein mag, für die ganze Gruppe allgemein unter verschiedenen Verhältnissen wiederkehrender Phänomene als Gesetze aufzustellen, ist Schuld an diesen unfruchtbaren Polemiken, in welchen Eigensinn und Starrköpfigkeit über der reellen Auffassung der Verhältnisse leichten, aber auch für den Fortschritt wenig nützlichen Sieg erreicht.

Die Verhältnisse haben mir's erlaubt, in den Jahren 1909—1910 noch andere Karstgebiete studieren zu können. Auf der Insel Java habe ich das Kalkhochland Goenoeng Sewoe ausführlich bereist und in Australien war es mir vergönnt ausser einigen kleinen Karstgebieten das grosse Kalkhochland Nordaustraliens in seinem östlichen Ausläufer auf Queensland's Territorium zu betreten um als erster seine Karstnatur zu erkennen und ausführlicher von morphologischen Gesichtspunkten zu studieren.

Beide von mir neustudierte Karstgebiete »Goenoeng Sewoe« auf Java und »Barkly Tableland« in Australien sind

was ihre tektonischen Verhältnisse anbelangt sehr einfach, die Lagerung der mächtigen Kalkschichtenkomplexe ist fast ungestört und noch mehr als in Jamaica gewinnt man den richtigen Eindruck, wie die Erosion in allen ihren Richtungen und unter verschiedenen Stadien morphologischer Entwickelung der Karstlandschaft ohne grössere Beeinflussung durch den tektonischen Bau arbeitet und was für Landschaftstypen und Phänomene sie zustandebringt. Über diese Studien habe ich kurzgefasste Berichte publiziert.

Nach der Rückkehr von der Reise nach Java und Australien haben zuerst andere Aufgaben meine Zeit soviel in Anspruch genommen, dass ich erst jetzt zur Publikation meiner Karststudien in den Tropen gelange. Den ersten Teil dieser Studien sollen meine Beobachtungen auf Jamaica bilden. Es ist ganz natürlich, dass sich meine Anschauungen, welche ich während meiner Reise nach Jamaica hatte, den weiteren Erfahrungen entsprechend modifiziert haben, und dass verschiedene Betrachtungen jetzt anders ausgefallen sind, als sie in dem Tagebuche eingezeichnet sind. Auch sind viele Eindrücke, welche bei einer unmittelbaren Fertigstellung der Arbeit klarer hervorgetreten wären, schon durch andere zurückgedrängt worden, wodurch die Arbeit viel von dem persönlichen Reize für mich verloren hat. Wenn auch dieses Heft nicht viel neues für das Studium der Karstphänomene im allgemeinen bringt, bedeutet es doch einen Fortschritt für die Kenntnis des Karsthochlandes von Jamaica, dessen Entwickelung in den Werken der »Survey« Geologen und R. T. Hill's anders aufgefasst wurde.

Dieser Publikation sollen bald zwei andere Teile der Karststudien in den Tropen folgen, ein Heft soll die Beschreibung des Karstgebietes Goenoeng Sewoe in Java enthalten, das andere die Resultate meiner Arbeiten in den Karstgebieten Australiens.

Für das Entgegenkommen, welches mir von den Kolonialbehörden und von Privatpersonen in Jamaica gezeigt wurde, möchte ich auf dieser Stelle meinen innigen Dank aussprechen, besonders bin ich mit Dankbarkeit Herrn Frank Cundall, dem verdienten Sekretär des Institute of Jamaica verpflichtet.

## Kartographisches Material über Jamaica.

Es bleibt mir noch übrig als Einleitung auch eine kurzgefasste Übersicht der Kartenwerke zu geben, auf welche sich meine Arbeit gestützt hat. Jamaica besitzt eine grosse Literatur von zahlreichen Beschreibungen aus dem siebzehnten und achtzehnten Jahrhunderte und auch viele neuere Werke mehr propagatorischen und turistischen Inhalts. Diese Literatur, die ich grösstenteils im Institute of Jamaica und auch im Royal Colonial Institute in London durchgesehen habe, enthält fast nichts, was für meine speziellen Studien von Bedeutung wäre, deswegen werde ich von einer Aufzählung dieser Werke absehen und mich nur auf die speziell geographisch-geologische Literatur beschränken. Dasselbe gilt von den zahlreichen Karten, welche teilweise diesen Büchern beiliegen, teilweise selbständig publiziert wurden. Eine vollständige Aufzählung dieser Werke hat der Sekretär Frank Cundall in seiner Bibliographia Jamaicensis, Kingston 1902, herausgegeben und die jährliche Publikation »Handbook of Jamaica« enthält Nachträge zu diesem Verzeichnis.

Das beste Kartenwerk über Jamaica ist jenes, welches von James Robertson A. M. im Jahre 1804 publiziert wurde. Es besteht aus einer Karte der ganzen Insel im Masstabe 1 Zoll = 2 engl. Meilen und aus drei Karten der Counties, nämlich County of Surrey, County of Middlesex und County of Cornwall, welche im Masstabe 1 Zoll = 1 engl. Meile hergestellt sind. Dieses Kartenwerk ist schon sehr rar und ich konnte es nur im Institute of Jamaica und später wieder im Royal Colonial Institute benützen. Was besonders wertvoll: die Terrainverhältnisse auf diesen Karten sind viel treuer und besser wiedergegeben als auf allen neueren Karten, welche zu stark schematisieren und dem Einflusse der populären, aber unrichtigen Anschauung über die orographischen Verhältnisse Jamaica's mehr oder weniger unterliegen.

Die verwickelte und sonderbare Topographie der Karstlandschaft ist auf der Karte Robertson's auf ihre Zeit vorzüglich wiedergegeben und es ist nur zu bedauern, dass diese Karte bis zur Gegenwart nicht in modernisierter, vervoll-

ständigter Ausgabe erschienen ist. Es wäre wirklich schon an der Zeit, dass die in vielen Rücksichten musterhafte Verwaltung der Kolonie auch auf diesem wichtigen Gebiete der Kartographie einen so schmerzlichen Mangel abschaffen möge.

Die grösste neuere Karte von Jamaica ist »Map of Jamaica«, im Masstabe 5½ Zoll = 15 engl. Meilen, herausgegeben auf Befehl des damaligen »Acting General Surveyor« Colin Liddell im Jahre 1888 und wieder 1897, des Autors von anderen Kartenwerken, welche leider im Manuskripte geblieben sind. Diese Karte war die beste, welche ich auf die Tour mit mir nehmen konnte. Sie wiederspiegelt sehr genau die viel dichtere Besiedelung Jamaica's seit Robertson's Zeiten, die weissen, namenlosen Flächen sind viel enger umgrenzt und auch der grosse Fortschritt im Ausbau des Strassennetzes ist gewissenhaft verzeichnet, so dass die Karte als Reisebegleiter sehr brauchbar ist; die Terrainwiedergabe ist jedoch recht ungenau und ist imstande unrichtige Eindrücke über die orographischen Verhältnisse Jamaica's zu verbreiten.

Die geologischen Detailkarten der »Survey«-Geologen für die einzelnen Parishes sind im Masstabe der »Counties«-Karten Robertson's im Manuskripte in der Bibliothek des Institute of Jamaica vorhanden und ich habe die Erlaubnis bekommen, mir dieselben für die mich näher interessierenden Gebiete kopieren zu lassen. So gelangte ich in den Besitz der geologisch-kolorierten Karten der Parishes St. Thomas-in-the-Vale, St. John, St. Ann, Trelawny, Clarendon, Manchester, St. Elisabeth und St. James, welche mir natürlich sehr nützlich waren, da ich leider bis jetzt nicht imstande war, mir eine Kopie der Robertson'schen Karte zu verschaffen. Die geologische Karte, welche dem Werke der »Survey«-Geologen beigegeben ist, die von R. T. Hill unter neuer Bezeichnung der Formationen wieder benutzt wurde, ist eine verkleinerte Kopie dieser Karten der Parishes und vergrössert nur ihre Mängel. Die andere Karte im R. T. Hill's Werke ist ein verdienstvoller Versuch in annähernden Höhenschichtenlinien in grossen Zügen die wirklichen plastischen Verhältnisse der

Insel zu wiedergeben; da jedoch die notwendige Grundlage für solche Karten — ein Netz von genau gemessenen Punkten überhaupt nicht vorhanden ist — ist diese Karte nur als ein Notbehelf zu berücksichtigen.

Wenn man England und auch der Kolonialverwaltung oft die Vernachlässigung Jamaica's vorwirft, trifft das besonders auf dem Felde der zur genauen Kenntnis der Insel notwendigen Vermessungen und besonders der Höhenmessungen zu; was da geschehen ist, wurde sozusagen durch Privatinitiative geschaffen — es liegen nur barometrische Messungen vor, die natürlich recht unzuverlässig sind und auch meine Routenaufnahmen vermehren nur dieses unsichere, durch Wetterstürze so beeinflusste Material an wenig brauchbaren, nur annähernden barometrischen Höhenmessungen, die gewiss einmal bei der genauen Triangulierung eine durchgängige Berichtigung erleiden werden.

## Geographische und geologische Skizze von Jamaica.

Die erste wissenschaftliche Arbeit, in welcher die Geologie der östlichen Hälfte der Insel verarbeitet ist, ist H. T. de la Beche's*) Abhandlung aus dem Jahre 1826, eine kurzgefasste Zusammenstellung von wertvollen Beobachtungen, welche auch jetzt nach fast einem Jahrhunderte durch die Klarheit der Auffassung und frische, plastische Schilderung des damals schwer zu bereisenden Gebietes überraschen muss. Mit Recht hebt R. T. Hill hervor, dass de la Beche's Ansichten über die Tektonik und Lagerungsverhältnisse des komplizierten Baues der Insel klarer und richtiger sind als die Zusammenfassung, welche die Reports über einzelne Parishes in dem Werke der »Survey«-Geologen begleitet. Allerdings sind die Ansichten De la Beche's, was das geologische Alter der älteren Formationen Jamaica's anbelangt, veraltet und wurden durch neuere Resultate, welchen schon umfangreiches Vergleichsmaterial als Grundlage diente, mit Recht verdrängt, seine Ansichten jedoch bezüglich des tertiären Al-

*) De la Beche, Remarks on the Geology of Jamaica. (Read Dic. 2nd 1825, and Jan. 6th 1826. Transactions Geol. Soc. London.)

ters der mächtigen »white limestone formation« wurden bestätigt und die Fülle der Detailbeobachtungen und die richtige Auffassung der Denudationsvorgänge, welche die merkwürdigen Formen der Karstlandschaft geschaffen haben, sind ein nicht zu unterschätzendes Zeugnis für die grosse Kapazität des Forschers.

Das Standardwerk über die Geologie von Jamaica ist jedoch das Memoir des »Geological Survey«, in welchem die »Reports on the Geology of Jamaica« enthalten sind, herausgegeben in London im Jahre 1869. Die einzelnen »Reports«, welche die damals noch zahlreicheren Parishes einzeln beschreiben, bringen sehr wertvolles Material, leider ist jedoch die Korrelation misslungen und dadurch das Werk eines grossen Teils seines Wertes beraubt worden. Auch die orographische Auffassung der Insel ist sehr primitiv und wirklich irreführend, da der grosse Unterschied des älteren Gebirges und des Karstplateaus nicht die notwendige Beachtung findet. Im ganzen kann ich mich der berechtigten Kritik R. T. Hill's anschliessen.*) Ich werde weiter bei der Beschreibung meiner Tour öfters Gelegenheit haben, mich mit den einzelnen Reports zu befassen und dabei auf ihre guten und

---

*) R. T. Hill, The Geology and Physical Geography of Jamaica: Study of a type of antillean development. S. 8.

»The writings of the authors mentioned have been valuable aids in the preparation of this book. In perusing this literature the reader is constantly impressed with the fact that these researches failed to solve the essential problems of the succession and age of the strata; this fact impaired the value of all subsequent deductions, and fundamental mistakes were made which have had wide bearing on the interpretation of Antillean history. The literature of no other region, especially that relating to paleontology, presents so many erroneous conclusions. To avoid constant corrections of these mistakes, it is best to point them out at the beginning. It is but fair to state that this unfortunate stratigraphic confusion was not the result of incompetence, but was due to an act of Providence, Mr. Lucas Barrett, the Scientific Director of the official Survey, who alone knew the combined results of its several workers, and was able to correlate them, was drowned in a diving bell while carrying on his studies. Conflicting endeavours to make posthumous interpretations of his opinions were the sources of the subsequent erroneous conclusions.

schlechten Seiten von meinem speziellen Standpunkte hinweisen können. Ihre Ansichten über die Entwickelung der Karstlandschaft werde ich noch einer speziellen Kritik unterziehen.

Einen grossen Fortschritt für geographische und geologische Erforschung der Insel bedeutet die schon mehrfach zitierte Studie R. T. Hill's. Auf Grund eigener Aufnahmen hat Hill das ganze Gebäude der »Survey«-Geologen umgebaut, eine scharfe Prüfung des Alters der Formationen durchgeführt, die geologische, tektonische und physiographische Entwickelung der Insel sehr geistreich und scharf durchgearbeitet. Ihm verdanken wir die moderne Auffassung der plastischen Verhältnisse der Insel und die morphologische Charakterisierung der wichtigsten Landschaftstypen. Es ist gar nicht wie ein Vorwurf aufzufassen, wenn ich doch erklären muss, dass R. T. Hill nicht gelungen ist, das ganze Gebäude in Ordnung zu bringen und von Misskonzeptionen zu säubern. In einer Hinsicht ist noch Hill selbst zu weit gegangen, nämlich in der Unterscheidung und Benennung von Schichtenkomplexen, die er nicht auf einer grösseren Fläche festgestellt hat; dadurch hat er von neuem Verwirrung geschaffen. Der Hauptzweck der Arbeit Hill's war, die sozusagen theoretische Seite der geologischen und geographischen Erforschung der Insel aufzubauen, doch nicht auch die Reambulierung der Routen der »Survey«-Geologen durchzuführen; so ist es geschehen, dass er in seiner Auffassung der Karstlandschaft dem schweren Irrtum der »Survey«-Geologen unterliegt, ohne sich dessen bewusst zu sein. Gleichzeitig mit R. H. Hill, aber ganz unabhängig von ihm hat J. W. Spencer*) seine Studien über Jamaica veröffentlicht, die mit seinen anderen Arbeiten über die Entwicklung des amerikanischen Mittelmeeres eng zusammenhängen. Seine Abhandlung berührt, vie schon ihr Titel besagt, nur die neuere Entwicklung der Insel und ihrer Formen von Mitteltertiär an und enthält Resultate einer nur flüchtigen Untersuchung, welche hauptsächlich die Rolle Ja-

---

*) J. W. Spencer, Late Formations and great change of level in Jamaica. Transactions of the Canadian Institute V. 2. 325—355.

maica's in der Geschichte der hypothetischen etwas abenteuerlichen Rekonstruktion des Antillischen Kontinents berührt. In einigen Fragen scheinen mir die Resultate Spencer's richtiger zu sein als jene R. T. Hill's, es ist jedoch schwer eine korrekte Korrelation beider durchzuführen. Die populären kleinen Abhandlungen von Rev. H. Scotland*) und von F. C. Nicholas**) bringen nichts neues und sind in jeder Beziehung als primitiv zu bezeichnen.

Die Insel Jamaica liegt zwischen 17° 40′ und 18° 3′ nördl. Breite und zwischen 75° 10′ und 78° 23′ westl. Länge von Greenwich fast in der Mitte des amerikanischen Mittelmeeres. Wegen dieser zentralen Lage in diesem tektonisch so ausserordentlich unruhigen Gebiete, welches während der Tertiärzeit und noch später sehr bedeutende Hebungen und Senkungen durchgemacht hat, ist Jamaica von R. T. Hill und von J. W. Spencer zum Objekt ihrer Untersuchungen gewählt worden, da die Kenntnis ihrer geologischen und morphologischen Entwicklung sich gewissermassen zum Ausgangspunkte für die neuere geologische Geschichte der ganzen westindischen Inselwelt empfiehlt. Es würde mich jedoch zu weit von meinem speziellen Thema führen, in die Diskussion dieser viel breiteren Probleme einzugehen, welche für die Entwicklung des Karstphänomens in Jamaica wahrscheinlich viel weniger von Bedeutung sind, als ich selbst ursprünglich annehmen wollte.

Die Längenachse der Insel verläuft an der Richtung Ost-West und die grösste Länge beträgt 231 *km*, die grösste Breite des Inselrumpfes beträgt 79 *km* in der Mitte und wird kleiner im westlichen und östlichen Teile der Insel. Der Flächeninhalt von Jamaica beträgt 10.896 $km^2$.

Die Insel ist vorwiegend gebirgig und mit Ausnahme einiger breiten Ebenen in ihrem südlichen Teile steigt sie überall fast unvermittelt zu einer beträchtlichen Höhe von

---

*) Rev. H. Scotland, On the Geology of Jamaica and on Mining in Jamaica. Institute of Jamaica. Kingston 1889.

**) The Economic Geology of Jamaica. Institute of Jamaica. Kingston 1899; neu als »The mineral resources of Jamaica« im Handbuch of Jamaica. 1913. S. 607—616.

dem engen Küstenraume an. Mit R. T. Hill kennen wir 4 Hauptelemente in Jamaica's vertikaler Gliederung unterscheiden, in welchen sich die geologische Geschichte der Insel klar widerspiegelt.

Das geologisch älteste Glied stellen die im Eocän gefalteten Gebirge an, welche von einer Serie von kretazischen und alttertiären Schichten aufgebaut sind. Es scheint, dass diese ältere Serie den Unterbau der ganzen Insel bildet, obgleich sie wohl nicht überall so seicht unter der Oberfläche anzutreffen ist, wie von den »Survey«-Geologen und auch von R. T. Hill vermutet wird. Im östlichen Teile der Insel bildet sie die Blue Mountains mit ihren Ausläufern, das höchste Gebirge der Insel, welches mit seinem höchsten Gipfel über 2200 *m* hinaufreicht und hoch in schroffen Zügen das jüngere Kalkplateau überragt. Dieselben Schichtenserien erscheinen auch in der Mitte und im Westen der Insel entblösst und erreichen eine Höhe von bis über 900 *m*, sind jedoch nur als durch die destruktiven Vorgänge entblösste Fenster in dem umgebenden Kalkhochlande aufzufassen. Diese Gebirge (die Clarendon Mountains und die westlicheren kleineren Komplexe) sind jedoch nicht eine Fortsetzung der NW—SO streichenden Blue Mountains, sondern mit denselben ungefähr parallele Faltenzüge.

Das zweite Glied ist das grosse Kalksteinplateau oder Karsthochland, welches wahrscheinlich im jüngeren Tertiär eine viel grössere Ausbreitung besass und mit den anderen Inseln der Grossen Antillen in dichter Landverbindung stand. Dieses Kalksteinplateau, tief erniedrigt durch die Denudationsvorgänge und enger umgrenzt durch tektonische Vorgänge, die eine beträchtliche Verkleinerung der Insel in der jüngsten geologischen Vergangenheit vollendet haben, bedeckt noch immer über 3 Fünftel des Areals der ganzen Insel und ist durch die grossartige Entwicklung der Karstphänomene charakterisiert. Seine höchsten Partien erreichen jetzt nur wenig über 900 *m* absoluter Höhe und nur im breiten Rumpfe der Insel bildet es noch ein zusammenhängendes breites Hochland, das nur in der Mitte abgetragen, das ältere Gebirge auf der Oberfläche erscheinen lässt. Früher hat es

auch um die Blue Mountains einen zusammenhängenden Ring gebildet und seine Abhänge viel höher bedeckt.

Wenn man den aussergewöhnlich raschen Destruktionsvorgang, wie er in den feuchten Tropen durch exogene Kräfte hervorgerufen wird, in Betracht zieht, muss man mit J. W. Spencer eine früher viel grössere Mächtigkeit des Kalksteinkomplexes annehmen und zugeben, dass gewiss die jüngeren Glieder der »Oceanic Series« R. T. Hill's da waren und in bedeutend höhere Lage hervorragten, jedoch der Erosion schon vollkommen zum Opfer gefallen sind. Diese Kalke sind erst nach der Hauptfaltung des Gebirges, nach seiner Untertauchung in abyssische Tiefen zur Ablagerung gelangt und sind nur wenig und nur in engen Räumen einer flachen Faltung unterlegen. Ich halte es für unrichtig, dass die älteren Forscher die stellenweise beobachtete Schiefstellung der Kalksteinbänke für einen Beweis eines durchgreifenden, wenn auch schwachen Faltungsvorganges halten, ich bin vielmehr der Meinung, dass der grösste Teil des Kalksteinkomplexes noch fast horizontal gelagert ist und, dass nur posthume Hebungsvorgänge in den älteren, gefalteten Gebirgszügen, begleitet und vielleicht hervorgerufen durch lakkolithartige Magmaergüsse, eine Aufschleppung der nahe der Hebungsaxe der alten Gebirgszüge gelegenen Schichten verursachten und, dass die Schiefstellung der Kalkschichten der Oceanic Series entlang der Küsten der Insel, die besonders von J. W. Spencer betont wird, durch flexurartige Dislokation entlang der grossen O—W verlaufenden Verwerfungslinien viel natürlicher erklärt wird.

Das dritte Element sind die oft mit neueren organogenen Meeresbildungen bedeckten Terrassen des Kalkhochlandes, welche stufenweise zur Küste abfallen und als Zeugen der oszillatorischen abwechselnd positiven und negativen Strandverschiebungen aufgefasst werden. Da meine Reise sich meistens im Innern der Insel abspielte, habe ich keine Gelegenheit gehabt, persönlich zu den etwas von einander abweichenden Ansichten R. T. Hill's und J. W. Spencer's Stellung zu nehmen. Nur eins möchte ich bemerken bezüglich dieser Niveaus: sie werden von den beiden Autoren, welche sie geprüft und gedeutet haben, für gleichsinnig in dem ganzen

Umfange der Insel gehalten, wenn man jedoch bedenkt, dass sich auch in der historischen Zeit die seismischen Vorgänge lokal so heftig entwickeln, scheint es zu gewagt zu sein, solche die ganze Insel in gleichem Masse betreffenden Bewegungen für die Vergangenheit zu supponieren.

Zuletzt kommen die Ebenen, welche tiefe Einbuchtungen in das Kalkhochland der Insel bilden und deren Sohle aus meist tiefen Schichten der von Flüssen aufgetragenen Sedimente besteht. Wir werden später die Gelegenheit haben, uns näher mit der Bildung der Liguanea Plain zu befassen. Diese Sedimente bestehen aus älteren Bildungen, die für pleistozän oder höchstens pliozän gehalten werden und in nicht gut geklärtem Verhältnisse zu etwa gleichzeitigen marinen Bildungen (in Liguanea Plain unbekannt) sich befinden, die auf positive Strandverschiebungen deuten, und besonders weit in die vom Südwesten ins Stromgebiet des Black River tief eindringende Einbuchtung vorgedrungen sind.

Die Interior Valleys, in dem Karstplateau tief eingesenkt, müssen meistens als Karstwannen, teilweise echte Karstpoljen betrachtet werden, allerdings sind schon manche von diesen Becken in das Einzugsgebiet der normalen Flüsse einbezogen und haben, was die hydrographischen Verhältnisse anbelangt, ihren Karstwannencharakter eingebüsst.

Es kann nicht als die Aufgabe dieser Abhandlung betrachtet werden eine ausführliche Skizze der geologischen Verhältnisse der Insel zu entfalten, es wird gewiss zum Verständnis der weiteren beschreibenden Kapitel genügen eine kurzgefasste Übersicht zu geben, in welcher die von den »Survey«-Geologen aufgestellte Formationsfolge mit der von R. T. Hill unternommenen Gliederung nebeneinander gestellt wird.

Die »Survey«-Geologen, auf ihrer Spitze James S. Sawkins, welcher auch den nicht gelungenen allgemeinen Teil des Buches verfasst hat, haben für die älteste Gesteinsgruppe, die auf der Insel vorkommt, Diorite, Granite und Syenite gehalten, welche R. T. Hill gewiss mit Recht für spätere Intrusionen in die schon gefalteten kretazischen und alttertiären Schichten hält.

Die »metamorphosed series« der »Survey«-Geologen mit dem Hippurite Limestone derselben, deren oberste Glieder für kretazisch erklärt werden und grösstenteils auch die sogenannte »Trappean Series«, die im Schema von Sawkins als eozän eingereiht erscheint, fasst R. T. Hill als die tiefere Reihe seiner Blue Mountain Series zusammen, die er auch für kretazisch hält und unterscheidet in derselben dem geologischen Alter nach folgende Formationen: Yallahs, Jerusalem, Frankenfield, Logie Green, Ballard und Minho. Auf der Karte werden jedoch nur »Conglomerate and Tuffs« und »Limestones« unterschieden, was ganz natürlich und auch weise ist, denn die eigenen Aufnahmen R. T. Hill's haben nicht einen solchen Umfang gehabt, um eine nähere Gliederung auch auf der Karte nämlich in der Praxis unternehmen zu dürfen. Die obere Reihe der Blue Mountain Series Hill's umfasst die »Richmond beds«, spät kretazisch oder eozän und seine »Cambridge beds«, in welchen Chapelton beds und die Catadupa beds unterschieden werden. Die Richmond beds sind ungefähr gleichbedeutend mit eozänen »Black shales« der »Survey« Geologen, weiche Schiefer mit verkohlten Pflanzenresten, Konglomerate und Sandsteine, die noch zu den stark gefalteten Schichten gehören. Die »Cambridge beds« vertreten den »Yellow limestone«, der gewiss sehr willkürlich in der Übersicht der Formationen im »Survey« Buche als Miozän figuriert. Diese »Cambridge beds«*) oder »Yellow limestone« haben für die Karstforschung ein spezielles Interesse, denn nach der Auffassung der »Survey«-Geologen müssen sie überall im Liegenden des »White limestone« sich befinden und müssen überall supponiert werden, wo in einer Karstwanne Quellen oder unterirdische Flüsse an den Tag hervortreten. R. T. Hill hat sich dieser wirklich wenig begründeten Hypothesis der »Survey«-Geologen, angeschlossen und auch sein anders vor-

---

*) A. Tornquist in seiner Besprechung R. T. Hill's und T. W Vaughan's Werkes »Zur Geologie von Jamaica«, Peterm. Geogr. Mitteil. 1901. S. 68—69. vergisst überhaupt die wichtige »Oceanic Series« anzuführen, mit anderen minder groben Unterlassungen und Irrtümern.

zügliches Schema der Entwicklung der Karstwannen wird durch dieselbe verdorben.

Unter der »White limestone«-Formation, die gewiss nur durch Irrtum als postpliozän bezeichnet wird, sind nach R. T. Hill zwei zeitlich ganz verschiedene Bildungen zusammengefasst worden, die oligozänen Kalke, welche die Hauptmasse der das Karsthochland bildenden Kalksteine umfassen, und meist abyssischen Bildungen entsprechen, die »Oceanic Series« R. T. Hills, und ein Teil der späteren Kalksteine, die entlang der Küste im seichten Meere entstanden sind, und welche Hill »Bowden beds« nennt und für oberoligozän oder jünger hält. Die »Oceanic Series« teilt R. T. Hill in »Montpelier beds«, welche Tiefseebildungen sind und aus der Epoche stammen, in welcher die in der Zeit der »Cambridge beds« eingeleitete Senkung ihre grösste Tiefe erreicht hat, und die »Moneague« und »Cobre beds«, welche schon einer neuen Hebung entsprechen. Die Mächtigkeit dieser ozeanischen Serie beträgt noch immer nach der gewiss bedeutenden Erniedrigung durch exogene Kräfte stellenweise an 1000 *m* oder vielleicht noch mehr.

In der jüngsten Serie der Kalksteinbildungen, welche als »white marl« und »coast limestone« von den »Survey«-Geologen ausgeschieden werden, unterscheidet R. T. Hill pliozäne Bildungen, Manchioneal, vielleicht pleistozäne unter den Namen der Hopewell, Barbican und Falmouth Formation und rezente Bildungen (Soboruco). Das Alluvium der »Survey«-Geologen, besser Diluvium und Alluvium de la Beche's wird von R. T. Hill in »Kingston Formation« als Pliozän, »Montego Formation« und »Bogue Island Formation« eingeteilt.

Ich werde noch später bei der Besprechung der Liguanea Plain Gelegenheit haben, in eine Diskussion betreffend das Alter der »Kingstonformation« Hill's einzugehen, ich möchte jedoch gleich hier feststellen, dass ich dieselbe für viel jünger halte und in dieser Hinsicht auch mit den älteren Forschern und J. W. Spencer im Einklange mich befinde.

Es bleibt noch übrig, eine kurze Übersicht der Ansichten J. W. Spencer's zu wiedergeben. Nach seiner Meinung

ist schon ein mächtiger Schichtenkomplex von der »White limestone« Formation, »Oceanic Series« R. T. Hill's, der Abtragung spurlos zum Opfer gefallen; man muss jedoch mit der Sedimentation dieses verschwemmten mächtigen Komplexes rechnen und deswegen den Anfang der Hebung der Insel über das Meeresniveau für später ansetzen, als es nur nach den erhaltenen Horizonten der Series geschehen musste; dieser Annahme gemäss beginnt für J. W. Spencer die Festlandperiode mit starker Abtragung erst im Miozän, während R. T. Hill schon im Oberoligozän mit neuer Senkung der Insel und Bildung der »Bowden beds« rechnet.

Auch in der Datierung anderer Ereignisse in der spättertiären Entwicklung lassen sich die Schlüsse der beiden Auktoren nicht leicht vergleichen. Schon was das Alter der letzten vulkanischen Tätigkeit in Jamaica betrifft, deren Bildung der Black Hill bei Low Layton ist, gibt es weit auseinander strebende Ansichten. Während dieselbe von dem »Survey«-Geologen Chas. B. Brown für Postpliozän gehalten wird, sammelt R. T. Hill Beweise für ihr oligozänes Alter und J. W. Spencer bezeichnet sie als Pliozän. Die »Layton Formation« Spencer's wird ungefähr der »Manchioneal« R. T. Hill's entsprechen, die »Liguanea Formation« den »Kingston beds« R. T. Hill's.

Die Fasen in der Terrassenbildung, die positiven und negativen Strandverschiebungen haben meiner Meinung nach wenig das Verkarstungsprozess beeinflusst. Eine Hebung oder Senkung der Küste von höchstens 100—200 *m* kann schwerlich einen Einfluss auf das Niveau des Grundwassers und somit auf den Prozess der Verkarstung im Inneren des viel höheren Karsthochlandes ausüben, wenn noch das Grundwasserniveau viel höher sich befindet. Ich habe zwar früher vermutet, dass die zwei Terrassenniveaus, die ich in einem Polje ganz bestimmt und in anderem angedeutet vorfand, mit den zwei jungen positiven Strandverschiebungen, welche R. T. Hill voraussetzt, im Zusammenhange gewesen sein dürften, jetzt halte ich es jedoch fast für ausgeschlossen, dass so kleine Niveauverschiebungen solchen Einfluss auf das Wasserregime im Inneren des Karstgebietes hätten ausüben

können und halte vielmehr ein von den Küstenverschiebungen unabhängiges Ereignis, nämlich den Durchbruch der normalentwässernden Flusstäler nach rückwärts für die Senkung des Wasserstandes in den Poljenbecken des Inneren der Insel verantwortlich.

## Erklärung der Karstphänomene durch die älteren Forscher.

In der Abhandlung von de la Beche findet man keinen Versuch einer eingehenden Erklärung der eigentümlichen Erscheinungen auf dem Kalkplateau zu geben. Wohl spricht der Auktor von einer sehr bedeutenden Tätigkeit der Denudation, aber meist weicht er einer Erklärung der wohl beobachteten und beschriebenen Phänomene aus. So schreibt er bezüglich Bog Walk »this defile is a break in the range of the Red Hills, and cannot fail to remind the geologist of many similar breaks in mountain chains in other parts of the world, which if closed, would convert the districts, the waters of which they are the means of carying off, into lakes« (S. 147). Von ungefähr gleicher Art ist seine Bemerkung über das Entstehen der grossen geschlossenen Karstwannen »it may be as well to notice the valleys of the white limestone formation, which completely oppose themselves to the theory that valleys have been formed by the waters now flowing in them; for no waters flow in the greater part of those hollowed out of this formation, the limestone being, as before mentioned, extremely cavernous, and the rains that fall being speedily swallowed up in it: yet these valleys are as to form, like most other valleys, and probably owe their origin to the same causes which have produced the greater part of those in chalk, oolites, etc. of England at the period when diluvial gravel was formed.« (S. 185.) Wohl bemerkt er die ausserordentliche Wasserarmut des Kalkplateaus, den Mangel an Kalkgeröllen im Diluvium, widmet viel Interesse dem Höhlenphänomene, bleibt jedoch zurückhaltend in den Kombinationen, warum alles so sei.

Von den »Survey« Geologen war es James G. Sawkins, welcher die grösste Aufmerksamkeit der Entwickelung in der Karstlandschaft widmete und sich bemühte die rätsel-

haften Phänomene zu erklären. Die karrenartigen Formen der »honeycombed« Kalksteinvarietät werden durch die auflösende Tätigkeit des Regenwassers erklärt: »the rough jagged surface is due to the solvent action of the rainwaters ... The carbonate of lime thus dissolved and removed is frequently redeposited or precipitated under various forms. Thus in the hollows or cavities of the rock, in a crystalline condition, but on the surface, and where exposed to the action of the atmosphere, in a chalky friable state; also forming the friable alluvium of the plains before mentioned« (S. 23). So ist auch die sekundäre Kalkablagerung gut und hinreichend erklärt. Während die scharfe Karrenbildung, wie sie auf nackten Felsen vorkommt, in dem von mir untersuchten Gebiete nur sehr selten ist und viel mehr die gerundeten löcherigen Formen der Verkarrung vorkommen, wie sie unter Einwirkung der Humussäuren sich zu entwickeln pflegen, und hier auch allgemein »honey-combed« genannt werden, beschreibt Sawkins aus der Parish of St. David (S. 32.) echte scharfe Karrenformen. Es muss jedoch zugefügt werden, dass hier in dem östlichen Küstenraume der Insel die Regenmenge viel grösser ist als im Karsthochlande des Inselrumpfes und gewiss auch ihre karrenbildende Kraft viel stärker, da auch die allgemeinen viel schrofferen Böschungsverhältnisse und weniger dichte Vegetation miteinwirken dürfen.

Die Entstehung der kleinen Kartwannen, der »Sinkholes«, der unterirdischen Entwässerung und der Durchbruchstäler wird von Sawkins durch Einwirkung der Erosion auf den durch ältere mit der Hebung des Gebirges zusammenhängende Konvulsionen verursachten tektonischen Spalten erklärt. Ebenso wird die schon ursprünglich cavernose Natur der Kalksteinmassen betont, überhaupt wird die Erosion selbst für nicht mächtig genug gehalten, ohne sehr erhebliche Praedisposition die Karstphänomene geschaffen zu haben. Dass es in der Kalksteinmasse selbst ein Niveau geben könnte, unter welches die Erosion derzeit nicht reicht und noch nicht gereicht hat, wird von J. G. Sawkins gar nicht erwogen; überall, wo Wasser zu Tage tritt, in den »Sink holes« und auch in den Poljen, den »Interior Valleys«, überall muss das

Niveau der »Yellow limestones« und der »Trappean series« erreicht sein und die in den Interior Valleys und auch in den Sink holes befindlichen eingeschwemmten Schotter, Tone und Lehme werden immer als das Liegende der »White limestone« Formation betrachtet, obgleich es viel natürlicher wäre sie als Einschwemmungsprodukte der Gewässer zu betrachten. Wir werden in der Detailbeschreibung zeigen, wie so zu sagen mit Gewalt immer die »Yellow limestones« und »Trappean Series« herbeigezogen werden, wenn es sich um eine tiefe Karstwanne handelt.

Es würde zu weit führen, wenn ich auch nur die hauptsächlichsten Stellen, welche sich auf die Entwickelung der Karstphänomene und überhaupt des Reliefs der Karstlandschaft beziehen, hier wiedergeben sollte. Ich möchte nur die wichtigsten Zitate anführen, welche die gewisse Ratlosigkeit J. G. Sawkins' bezeugen, welcher nicht im Stande war der kombinierten Tätigkeit der destruktiven Vorgänge (der chemischen und mechanischen Erosion, der Verwitterung etc.), soviel Gewicht und Wirkungskraft beizumessen, um die grossen Hohlräume und Wannen ohne besondere Prädisposition geschaffen zu haben. Er sagt (S. 223.) »it is difficult to explain the origin of the hollows and subterranean cavities peewading the calcareous formations. Are they due to original hollowness, or to the solution of the rock by percolating waters acting on fissures and wents?« Diese Ratlosigkeit wird noch mehr durch folgende Zeilen bewiesen, die sich auf die »Light holes« die tiefen, abgrundartigen, grossen Dolinen mit fast senkrechten Wänden beziehen (S. 243): »There are no apparent causes on the surface why this great body of limestone should have sunk, and there is no river in the vicinity. The elevation of the inclined plain above the sea is nearly 2000 feet, the stratification of the beds present very little disturbance in the bedding, and the general aspect of the country arround is very similar, finally the only rock impervious to water known to exist is between the yellow limestone and the trappean beds, this rock a light blue clay is occasionally wanting or thins out into such thin beds that abrasion would soon destroy or remove it, or it might be broken by faults, in which case water would find its way nad percolate through

the sands and gravels of the trappean series and excavate a space to receive such a mass as that sunk at the light holes and cockpits.« Dass es zu weit geht überall dieselbe dünne Schicht vorauszusetzen, ist den »Survey«-Geologen nicht eingefallen; die »clays«, welche in und unter »Yellow limestone« gefunden wurden, müssten nach ihrer Meinung überall vorkommen und überall die wasserkonservierende Rolle haben. Dass es auch im durchlässigen Gestein endlich ein Niveau geben muss, unter welches die Gewässer nicht tiefer versinken, war den »Survey« Geologen nicht bekannt.

R. T. Hill befasst sich in dem allgemeinen Teile seines Buches (S. 25—30) mit der Morphologie des Karstgebietes und erklärt die Entstehung der Karstwannen durch Solution des Kalksteins, indem er ein ganzes Schema der Entwickelung der Karstlandschaft von dem jüngsten Stadium bis zu den späten Stadien des morphologischen Zyklus entwirft. Dieses Schema gibt in sechs Diagrammen die »Evolution of the Cockpit Topography« wieder und entspricht grundsätzlich den modernen Ansichten, jedoch seine geologischen Praemissen sind nach meiner Überzeugung nicht richtig. R. T. Hill unterliegt demselben Fehler wie seine Vorgänger, die »Survey«-Geologen und rechnet mit der nichtbewiesenen und in meisten Fällen unrichtigen Tatsache, dass nämlich die Karstwannen bis in das Liegende der »Oceanic Series« in die »Cambridge« und »Richmond beds« vertieft wurden und erst dann sich ausbreiten. Diese Annahme ist gewiss unbegründet und dadurch verliert das »Schema« einen Teil seiner Berechtigung. Statt der undurchlässigen, der mechanischen Verwitterung und Abtragung verfallenden Schichten, die wie »Destruktionsfenster« entblösst werden, muss man in der Kalkmasse selbt vorhandene Ursachen finden, die ein weiteres Sinken des Wassers vereiteln und dasselbe zu weiterer Bewegung in einer subhorizontalen Linie zwingen.

Nach einer kurzen Beschreibung der hauptsächlichen »Interior Valleys« resumiert R. T. Hill ihre gleichartige Entstehungsgeschichte folgendermassen (S. 30.): »The entire series of depressions we have described — the first incipient »hog-wallow« — like swales of the plateau, the acute cockpits, the small well shaped sinks of the Hampshire type, the great

expanded basins of St. Thomas and Clarendon, and the old basins which have had their barriers partially broken away — are a series of connected phenomena, and illustrate the powerful effect of solution and erosion in producing the hilly topography of the White Limestone districts of Jamaica and the Tropics in general, and in degrading the plateau to the level of the sea.«

## Liguanea Plain, Bog Walk, St. Thomas-in-the-Vale.

Von Kingston bis zum südlichen Eingange des Durchbruchstales von Bog Walk, nordnordwestlich von Spanishtown, durchzieht der Weg eine weite Ebene, deren östliche schmälere Teil von den, die Vorhöhen der Blue Mountains abspülenden Flüschen und Wildbächen aufgeschüttet ist, der westliche breite Teil jedoch der Akkumulationstätigkeit des grossen Rio Cobre seine Erhebung über das Niveau des Meeres verdankt. Dort, wo das Meer in der Hunts Bay am Tiefsten ins Festland eindringt, werden diese zwei über das Grundwasserniveau erhöhten und meist trockenen Aufschüttungsgebiete von einem durchschnittlich 3 *km* breiten Morast geschieden, der wie eine schmale Bucht bis an den Fuss der verkarsteten Kalkhügel Red Hills vordringt, teilweise noch brakisches Wasser enthält, jedoch von einigen dem Kalkhochlande entspringenden Bächen und vielen Karstquellen gespeist wird, die unter dem Fusse des Kalkgebirges entspringen. Gegen Westen breitet sich die Aufschüttungsebene bis an die Braziletto Hills, indem sie auch die Nordküste der Old Harbour Bay bildet, und vermittelt die Verbindung einiger Kalksteinhügel mit der Hauptmasse der Insel. Einige dieser Hügel sind noch immer durch seichtes Meer vom Festlande geschieden — so Pigeon Island, Great Goat Island und Little Goat Island — andere, wie der massivste von ihnen, der von Healthshire Hills, Port Henderson Hill und andere kleinere zwischen Spanishtown und Port Henderson haben ihre Selbständigkeit eingebüsst. Der diese detachierten Kalksteinmassen zusammensetzende Kalkstein ist derselbe wie jener, der in Long Mountains östlich von Kingston ansteht und in Rock Fort in grossen Steinbrüchen verwertet wird

und zwar gehört er der Cobre Formation der ozeanischen Series nach R. T. Hill,*) der White Limestone Formation der Jamaica Survey Geologen.

Die Ebene von Liguanea (Liguanea Plain) ist gegen 50 *km* lang in der westöstlichen Erstreckung und durchschnittlich etwa 10 *km* breit, sie senkt sich vom Fusse des Kalkplateaus im Norden gegen Süden, sanft im Bereiche der Old Harbour Bay und entlang des Rio Cobre, viel steiler in ihrem östlichen Teile, nördlich der Kingston Bay. Die mächtigen Schutt- und Schottermassen, welche sie ausgefüllt haben, gehören der *Kingston Formation* R. T. Hills, welche derselbe dem geologischen Alter nach für Pliozän hält, J. W. Spencer jedoch grösstenteils unter dem Namen *Liguanea Formation* für spät Pleistozän erklärt. Die Jamaica Survey Geologen bezeichnen dieses Aufschüttungsmaterial als Alluvium und A. Lennox unterscheidet in der Liguanea Ebene**) zwei der Zusammensetzung nach leicht unterscheidende Unterabteilungen, und zwar eine von feinerem Material — grobkörnigen Sanden, die aus kleinen Kalksteinfragmenten und älteren Gesteinen bestehen und bis in Mergel und Thone übergehen, die andere vom echten Flußschotter gebildet, welcher gut und teilweise abgerundetes Schottermaterial von mannigfaltiger Zusammensetzung sowie Sand enthält. Hill und Spencer bemühen sich überhaupt nicht um eine zeitliche Gliederung dieser Aufschüttungsmassen, da schon A. Lennox eine solche für nicht tunlich erklärt. Im grossen Ganzen ist das Material natürlich am gröbsten in der Nähe des Gebirgsfusses, in den eigentlichen Schuttkegeln der Wildbäche und entlang der Flussläufe, während in dem südlichen Teile schon das feinere Material obwaltet. Nach Hill soll Liguanea Ebene vier verschiedenen Vorgängen ihre Bildung verdanken: der erste war das tiefe Einschneiden der Buchten in das Kalksteinplateau in einer Senkungsperiode, der zweite das Ausfüllen durch Aufschüttung, der dritte die Erhebung der

---

*) R. T. Hill, The Geology and Physical Geography of Jamaica. S. 81.

**) Reports on the Geology of Jamaica. S. 149., während schon de la Beche von Diluvium und Alluvium spricht.

Ebene in ihre jetzige Lage über dem Meeresniveau, der vierte das Einschneiden der jetzigen Flussläufe in dieselbe. Hill und auch Spencer betrachten die negativen Strandverschiebungen, welche zu der Erhebung der litoralen Ebenen und der Strandterrassen mit Korallenriffen beigetragen haben, für epeirogenische Vorgänge, welche die ganze Insel in demselben Sinne betroffen haben. Diesen Standpunkt kann ich nicht vertreten schon mit Rücksicht auf die scharf lokalisierten Erdbebengebiete, die gerade den östlichen Teil der Liguanea-Ebene in der Peripherie der Bucht von Kingston einnehmen und durch katastrophale Erderschütterungen sich auszeichnen. Die häufigen und heftigen Erdbeben beweisen eine besondere tektonische Unstabilität dieser Gegend und es liegt an der Hand, dass sehr wahrscheinlich die schon erwähnten Kalkhügel im Süden der Ebene früher einen zusammenhängenden Gürtel bildeten, welcher durch lokale Hebungen und Senkungen zertrümmert wurde. Beide Auktoren scheinen auch als bewiesen anzunehmen, dass die Aufschüttungen der Flüsse Meeresbuchten ausgefüllt haben, obgleich man unter der Kingston-(Liguanea-)Formation noch auf keine Aufschlüsse entsprechend alter Meeresablagerungen gestossen ist. Dafür scheint allerdings der Umstand zu sprechen, dass es brakische Lagunen und auch salzige oder brakische Quellen im Süden der Ebene gibt, es wäre jedoch auch ein anderer Entwicklungsgang denkbar, nämlich, dass der zentrale Teil der Liguanea zuerst eine von Kalkplateau umgebene Wanne, vielleicht ein Karstpolje bildete, welche erst durch spätere tektonische Prozesse auf einigen recht breiten Stellen aufgeschlossen wurde, wobei auch das Meer weiter landeinwärts vorgedrungen sein dürfte.

Die Schotter und Sande der Kingston-Formation soweit sie in der Liguanea-Ebene von Rio Cobre angeschnitten sind, geben weder über diesen Vorgang noch über einen anderen, welcher geologisch gewiss sehr jung ist, keinen sicheren Aufschluss.

Es ist nämlich nicht nur sehr wahrscheinlich, sondern fast gewiss, dass der Kañon von Bog Walk erst verhältnismässig sehr spät erfolgte, indem Rio Cobre, ursprünglich ein

kurzer Küstenfluss, durch rückschreitende Erosion verbunden mit Einbruch der Decken über unterirdischen Höhlengängen das Polje von St. Thomas-in-the-Vale aufschloss und sein ursprünglich sehr beschränktes oberflächliches Einzugsgebiet bedeutend verbreitete. Dass die Bildung dieses Tales durch tektonische Linien praedisponiert war, ist sehr natürlich und in dem Sinne können wir noch die Worte von J. G. Sawkins für geltend annehmen, wenn er von Bog Walk als »the largest of the fissures that occur so frequently and contribute so much to the features of the island«*) spricht. Es ist also anzunehmen, dass die älteren Schotter des Rio Cobre fast ausschliesslich aus Kalkmaterial bestehen dürften, da erst nachdem derselbe im oberirdischen Wege die in das St. Thomas-in-the-Vale Becken mündenden Flüsse angezapft hatte, konnten jene Schotter zur Ablagerung gelangen, in welchen die älteren, mannigfaltigen Gesteine so stark überwiegen. Ich habe soweit es nur möglich war die Uferwände des Rio Cobre bei und nördlich von Spanishtown untersucht, habe jedoch keine auffallende Spur eines derartigen Wechsels im Schottermaterial feststellen können. Nur ganz nahe schon dem Kañonschlusse hat der Fluss weisses Kalkschuttmaterial angeschnitten, welches auch weiter hinauf im Kañon vorkommt, das jedoch nicht vom Flusse herbeigeschafft worden, sondern Schutt vom lokalen Ursprung ist und der Abspülung seine Ansammlung verdankt. Nach der Meinung R. T. Hill's soll allerdings die Kingston-Formation viel älter sein,**) als der Kañon, und zwar soll sie vielleicht noch der ersten grossen Landperiode entstammen, in welcher die grossen Einbuchtungen geschaffen worden sind und welcher erst das Versinken unter das Meeresniveau folgte, jedoch diese Theorie scheint mir zu gekünstelt zu sein. Entschieden greift R. T. Hill zu weit zurück, wenn er ohne palaeontologische Belege zum Beweise zu führen, die Kingston-Formation bis ins Pliozän zurückverlegt. Wenn er annimmt, dass diese Formation älter sei als der Durchbruch des Kañons, vergisst er anzugeben, von wo all das Geröllmaterial herstammen sollte. Da

*) l. c. S. 157.

**) l. c. S. 40.

man keinen triftigen Grund hat anzunehmen, dass es von den Ausläufern der Blue Mountains über das Kalkplateau von Osten hertransportiert worden wäre, kann man überhaupt nur von dieser Annahme Abstand nehmen, die ganze Kingston-Formation für jünger betrachten und zwar ihre Hauptentwicklung erst in die Zeit nach dem Durchbruche des Bog Walk zu verlegen. Es scheint vielleicht auf den ersten Blick eine solche Annahme als zu gewagt, wenn man die grosse Ausbreitung und Mächtigkeit der Schotterbildungen in Betracht zieht, wer jedoch mit der den feuchten Tropen eigenen Intensität des Zerstörungs- und Sedimentationsvorganges aus eigener Anschauung vertraut ist, wird meine Meinung gewiss nicht als abenteuerlich verwerfen können. Ich habe im Bog Walk-Kaňon allerdings nur kleine Überreste von kalkverkitteten Geröllen gesehen, einige Meter über dem Flussniveau, die den älteren Formationen entstammen und entweder noch während des Höhlenbildungsvorganges oder erst nach dem Durchbruche des Kaňons hierher geraten sind. Allerdings habe ich nicht nur die Eisenbahn benützt, sondern habe den Kaňon auch zu Pferde im langsamen Tempo mit vielen Rittunterbrechungen passiert. Die Kalke, welche das vom Bog Walk Kaňon durchbrochene Hochland bilden, gehören der Cobre Formation R. T. Hill's an, die das jüngste Glied seiner Ozeanischen Series der White Limestone-Formation darstellt. Eine bestimmte Bankung lässt sich nicht oft feststellen, das in den Steinbrüchen, abgestürzten Felsen und Felseinschnitten entblösste Gestein hat oft eine brekcienartige Struktur mit kreideartigem leicht verwitternden Sinter verkittet mit vielen entblössten, sekundär mit rötlich von Terrarossa gefärbten Tuff ausgefüllten Röhren. Tropischer Regenwald bedeckt auch die steilen, wandartigen Partien der Kaňonhänge mit einer grünen Schicht; obgleich man oft Beweise von zeitlich nicht sehr entfernten Bergstürzen und Steinfällen wahrnimmt, kann man doch sehr wenig daraus profitieren, da auch die neu entblössten Felsen sich in kürzester Zeit von Neuem an mit Vegetation überziehen.

Die starken Regenfälle, die einige Tage vor meiner ersten Durchreise das Gebiet heimgesucht hatten, haben einige Steinfälle verursacht u. auch recht grosse Massen von Terrarossa ins

Tal von den Hängen abgeschwemmt, so dass sich an einigen Stellen kleine dünne Delta von rothem Lehme bis über die Strasse erstreckten und erst weggeschafft werden sollten. Zu den in der älteren Fachliteratur enthaltenen Beschreibungen*) des Bog Walk wäre nur noch zu bemerken, dass die Wassermenge des Flusses ziemlich konstant zu sein scheint, was allerdings auf grosse Ausdehnung und den Karstcharakter eines grossen Teiles seines Einzugsgebietes zurückzuführen sei. Genaue Data über die Wasserstände konnte ich nicht bekommen, es werden wahrscheinlich keine Aufzeichnungen gemacht, obgleich das Wasser zu industriellen und auch Irrigationszwecken benutzt wird.

Etwa 15 *km* von Spanishtown bei der Bog Walk Station öffnet sich der Kañon in das breite Becken von St. Thomas-in-the-Vale.

Es ist das jedoch kein Becken von ebenem Boden mehr, seine Oberfläche ist wellig, von vielen Flüssen durchfurcht, die erst in der unmittelbaren Nähe von Bog Walk sich zu einer einzigen Wasserader vereinigen.

Bei der bestehenden Ungenauigkeit der Karten, besonders was die Höhenverhältnisse anbelangt, ist es ein kühner Versuch bestimmte Zahlen für die Dimensionen des Beckens anführen zu wollen, wenn ich es doch tue, bin ich mir ihrer Unsicherheit ganz gut bewusst und verwende sie nur, um dem Leser einen beiläufigen Begriff von den Dimensionen der jetzigen und der aufgeschlossenen Poljen in Jamaica zu geben. Die grössten Entfernungen wären ungefähr: Westl. von Ewarton-Dove Hall (NW-SE) ca 16 *km*, Barmady-Bog Walk (N-S) ca 11 *km*, River Head (Great Cave) — Natural Bridge 15 *km*. Der Flächeninhalt des zwischen 90—300 *m* gelegenen Beckenteiles — etwa des ehemaligen Poljenbodens — 90 $km^2$.

Aus eigener Anschauung kenne ich die Touren Bog Walk-Linstead-Ewarton, Ewarton-River Head (Great Cave), Ewarton-Hayfield, Ewarton-Mount Diablo Range-Luidas Va-

---

*) de la Beche, Remarks etc. S. 178., Reports on the Geology of J. S. 146, 157, R. T. Hill, Phys. Geography and Geol. of J. S. 78—80.

le, Ewarton-Moneague. Den östlichen Teil des Beckens habe ich nicht besucht.

Dieses grosse von allen Seiten von stattlichen Erhebungen umgebene Becken bringt auch dem Laien die Idee eines ehemaligen Sees vor die Augen und dieselbe Meinung wurde von allen Fachleuten ausgesprochen, ohne dass sie jedoch ihre Richtigkeit genauer geprüft hätten.*)

Fast auf allen Seiten ist das Becken, welches ich bestimmt für ein aufgeschlossenes Polje halte, von verkarstetem Kalkhochlande umgeben und auch sein Boden wird stellenweise von denselben gebildet. Es sind das die Kalksteine der ozeanischen Series der White Limestone-Formation und gehören grösstenteils zur Moneague-Formation R. T. Hills. Im Westen ist das Kalkhochland tief und breit, die von dieser Seite dem Becken zufliessenden Gewässer sind Karstflüsse, vom Norden jedoch und vom Osten laufen Flüsse und Bäche einher, deren Quellgebiete meist auf undurchlässigem Gestein entstehen und die sich schon meist ein normales, offenes Flussbett auch im Kalkgebiete ausgehöhlt haben. Vollkommen trifft das natürlich noch nicht zu, der Rio Magno fliesst noch auf etwa eine Meile Distanz im Gebiete des gleichnamigen »Pen« unterirdisch, Rio D'Oro fliesst unter einer natürlichen Brücke und Rio Pedro bricht das Kalkhochland in einem kurzen kañonartigen Tale durch. Das Alluvium, welches meiner Ansicht nach erst sich akkumulieren konnte, nachdem das Durchbruchstal von Bog Walk schon gebildet worden war und die Erosion schon einen grossen Teil der ehemaligen Poljenbildungen ausgeräumt hatte, besteht meistens aus Material, welches den älteren, undurchlässigen Gesteinen entstammt und nur stellenweise mit Kalksinter und heruntergewaschener Terra rossa gemischt erscheint. Dieses Material ist teilweise von den normalen Wasserläufen akkumuliert worden, teilweise jedoch, besonders im westlichen Teile des Beckens mag es auch die durch am unterirdischen Wege zufliessenden Karstflüsse hergebrachten Gerölle und Sande enthalten. Ich habe im Tale des Black River nur sehr wenig von fremden Ein-

*) de la Beche l. c. 147, 166; Jamaica Survey Reports l. c. 134—139, 157. Hill l. c. 28, 78. Spencer l. c. 355.

schlüssen im Kalksinter beobachten können, da jedoch die üppige Vegetation nur sehr selten eine eingehendere Untersuchung gestattet, kann ich mich direkt gegen die Meinung von J. G. Sawkins und G. P. Wall nicht erklären, welche ausdrücklich annehmen, dass die älteren Gerölle im Bereiche des Black River den langen Weg durch das Luidas Vale Becken und durch die unterirdischen Hohlräume unterhalb des Mount Diablo Rückens durchgemacht haben. Wenn dem jedoch so sei, da ist doch ihre Meinung dahin zu verbessern, dass die Gerölle nicht von dem Karstthosse Rio Pedro, sondern dem normalen Murmwing Brook in's Lui das Vale Polje hineingetragen worden sind.

Dieselben Geologen machen ausdrücklich auf Terrassen aufmerksam, welche in den Alluvialbildungen am Rio d'Oro und Rio Pedro vorkommen und die wahrscheinlich mit sukzessiver Entwässerung des früheren Sees in Verbindung sind. Auch fanden sie Alluvium in dolinenartigen Vertiefungen im festen Kalkgestein und in Kalkmergeln, wo jetzt kein Wasser durchfliesst und besonderes viele Schotter und Blocke sollen sich in der Umgebung von Palm und Tredways im nördlichen Teile des Beckens befinden in einer Höhe von über 200 *m* über dem Meeresniveau. Weisse kreideartige Mergel füllen grossen Teil des Beckens und bilden auch oft die Hügel, ihr Verhältnis zu den anstehenden harten dickbankigen Kalken von unruhiger »honeycombed« Oberfläche — die Moneague-Formation R. T. Hills — ist ihnen nicht klar. Teilweise gewiss halten sie dieselben für älter als die White Limestone-Formation, teilweise jedoch für gleichalterig oder jünger. R. T. Hill schreibt einen grossen Teil der Mergel und auch der Konglomerate und Schotter seiner Richmond-Formation zu, welche das Liegende der ozeanischen Series der weissen Kalksteine bilden soll, ich bin jedoch fest überzeugt, dass diese Annahme der Wirklichkeit nicht entspricht und dass ein grosser Teil der weissen Mergel und auch der Konglomerate und Schotter für spätere Bildungen aus jener Periode, in welcher der See das Becken bedeckte, zu halten sind. Auf Grund meiner Beobachtungen halte ich für sicher, dass diese weissen Mergel teilweise verwitterten Kalktuffen entstammen. Noch über den jetzigen Flussläufen etwa eine engl. Meile östlich von

Ewarton habe ich über dem Wege bunte, weisse und rote Lehme entblösst gesehen, die jenen Bildungen gleich waren, die im Polje von Luidas Vale und Oxford vorkommen und die wahrscheinlich am Boden der Poljeseen zur Ablagerung gelangten.

Während eine präzisere Beobachtung der Niveauverhältnisse in dem welligen und hügeligen Terrain des Beckens fast zu keinen sicheren Resultaten führt, da die tropische Vegetation den Ausblick unmöglich macht und alles sozusagen nivelliert, kann von den Wegen, welche den westlichen und nördlichen Rand des Beckens übersteigen, ein gut orientierendes Panorama betrachtet werden, in welchem das Relief des Beckens wie auf einer plastischen Karte wiedergegeben erscheint. Es wäre allerdings zu gewagt, aus einer solchen Entfernung die Höhen der einzelnen wahrnehmbaren Niveaus abschätzen zu wollen, ich glaube jedoch ziemlich sicher das oberste Niveau des ehemaligen Sees mit etwa 250 *m* ansetzen zu dürfen. Dafür spricht auch die Lage der Höhlen, aus welchen der Black River noch fliesst oder früher ins Polje sich ergoss.

Über die Entstehung des St. Thomas-in-the-Vale-Bekkens kann ich nichts ganz bestimmtes anführen. De la Beche, die Survey-Geologen und auch R. T. Hill betrachten es eher als ein Ausräumungsprodukt, während Spencer wenigstens eine Hebung des südlichen Hochlandriegels, wahrscheinlich von Brüchen begleitet für notwendig hält. Wenn man den fast gradlinigen Verlauf der westlichen und der südlichen Umrandung des Beckens betrachtet, findet man gewiss einen Zusammenhang mit den annähernd W—O und N—S streichenden Linien, die so viel Bedeutung in der Detailplastik des Kalkhochlandes von Jamaica haben, und die gewiss auf tektonische Prädisposition zurückzuführen sind, ich halte jedoch dafür, dass diese Richtungen erst quasi sekundär zur Geltung gelangt sind und dass das Becken wirklich der Ausräumung seine Entstehung verdankt. Die Steilheit der westlichen Abhänge wird gewiss durch die Frequenz der Bergstürze erklärt, die schon den Survey-Geologen auffällig wurde, die das Glück hatten, eine von solchen Katastrophen wäh-

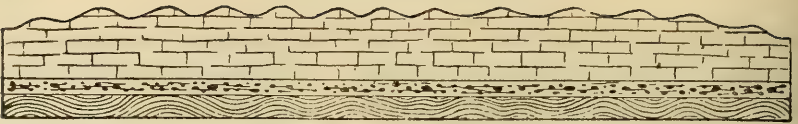
rend ihrer Anwesenheit auf der Insel genau feststellen zu können. Im Juni 1862 hat sich eine Felsmasse von 60—90 *m* Höhe nach starkem Regen losgelöst und hat eine grosse Fläche kultivierten Landes im Ivy-(Ivey-)Tale mit ihren Trümmern bedeckt.

Von den Karstflüssen, die im St. Thomas-in-the-Vale-Becken auf der Oberfläche erscheinen, habe ich nur den Oberlauf des Black River untersuchen können. Derselbe entspringt aus einem auf grosse Entfernung fast horizontalen Höhlengange im Bereiche des River Head Estate unter einer fast senkrechten Felswand in einer Höhe von etwa 225 *m* über dem Meeresniveau. Die mächtigen Kalkbänke liegen fast vollkommen horizontal, die Abhänge des Tales und auch teilweise die Wand ist von üppiger Vegetation bewachsen. Die Höhle war zur Zeit meines Besuches (18./7.) nicht zugänglich, da ein starker Wasserstrang die ganze Breite der Höhlenöffnung einnahm und in Kaskaden über Kalk- und Sinterblöcke hinuntersauste. Über dieser nach stärkeren Regen wässerführenden Höhle befinden sich auf der Felswand noch andere Höhlenöffnungen, die unzugänglich sind und wahrscheinlich früher dieselbe Rolle hatten, bevor sich das Wasser tiefer liegende Höhlengänge auserodieren konnte. Während längerer Trockenperioden liegt jedoch dieser oberste Teil des Flusslaufes trocken und die Höhle ist auf eine ziemlich grosse Entfernung von der Öffnung zugänglich. Während des niedrigen Wasserstandes findet der Fluss seinen Ausweg ins Freie erst etwa 4 engl. Meilen weiter aus einer Höhle zwischen Jericho und Orange Field, wo er aus zwei mächtigen sehr reinen Quellen entsteht.

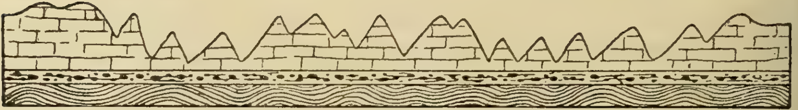
### Mount Diablo Range. Das Polje Luidas Vale.

Von Ewarton steigt ein guter Fahrweg über den nordsüdlich streichenden Gebirgszug Mount Diablo Range gegen Westen, um dann in steilen Serpentinen in das wegen seiner landschaftlichen Schönheit berühmte Becken von Luidas Vale, ein echtes Karstpolje, hinabzusteigen. Die grösste Höhe auf dem Fahrwege betrug etwa 450 *m*, gegen Norden steigt der Rücken mächtiger an als gegen Süden. Der Weg windet sich

I



II



III



IV



V

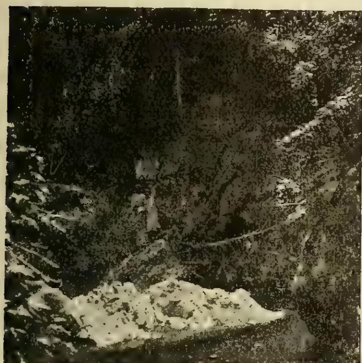


VI



Morphologische Entwickelung der Karstlandschaft in Jamaica nach R. T. Hill. (Vergl. Seite 21.) (Nach meinen Resultaten allgemein richtig, jedoch die andersgearteten Horizonte im Liegenden der Kalksteine sind nicht erwiesen und überflüssig; ich nehme an, dass meistens das ganze Gesteinskomplex aus Kalkstein besteht.)

zwischen zahlreichen durchwegs in ihrer grossen Axe Nord-Süd verlaufenden Dolinen und Karstmulden von bedeutenden Dimmensionen hindurch. Die Dolinenböden sind meist



Ponor des Gall River.



Das Polje Luidas Vale (von Mountain Hill gegen Westen; der Rauch kennzeichnet Worthy Park).



Typische alte Karstlandschaft in St. Ann's Parish (bei Claremont).



Ein typischer Hügel in der Cockpit Country (bei Spring Garden).

mit Bananen bebaut, nur aus der tiefsten Stelle, die am feuchtesten ist und oft durchweichten Boden enthält, steigen mehr oder weniger dichte Bambusgruppen, mächtigen Straussfederbüschen vergleichbar. Die Breite der Dolinen beträgt 50 bis 100 *m*; die Länge N—S ist bedeutend grösser, besonders, wenn einige Dolinen schon fast zu einer Karstmulde anwachsen,

indem die Felsriegel, die sie scheiden, niedrig und dünn, zerfressen sind. Ihr Boden liegt 15—25 *m* unter dem Fahrwege, etwa ebenso hoch sind die Riegel der in eine Gruppe vereinten Dolinen, die Gruppen jedoch werden durch 50—100 *m* hohe steil ansteigende Rücken geschieden. Die Oberfläche der Kalkbänke ist sehr löcherig und uneben, »honeycomb«, da jedoch die Vegetation fast alles bedeckt und so die Wasserzuführung reguliert, ist es nirgends zu echter Karrenbildung gekommen. Wenn man seitwärts vom Wege über die Kalkriegel zu gehen versucht, findet man das Fortkommen noch viel schwieriger, als auf den stark verkarsteten Karrenfeldern des adriatischen Karstes, die Firste und Spitzen sind zwar nicht scharf, da die abgerundeten Formen überwiegen, aber die Löcher sind von der verfaulenden Vegetationsschicht noch trügerischer verdeckt und das Dickicht raubt jede Gelegenheit zum Ausblick und zur Orientation. Ohne einen ortskundigen Neger mit starkem »cane-knife« ist man bald ganz verloren. Die Kalkbänke meist etwa $^1/_2$ *m* mächtig steigen meist treppenartig an und liegen annähernd horizontal. Nur am Abhange zum Luidas Vale-Becken habe ich auf einer Stelle gegen SW geneigte Bänke beobachten können, was wahrscheinlich eine ganz lokale Einsenkung verrät.

Während des Abstieges zum Luidas Vale genoss ich einen Ausblick von seltener Schönheit auf die mannigfaltig grüne ebene Fläche des Beckens und seine dunkle Umrandung. die auf keiner Stelle unterbrochen erscheint, allerdings in unruhigen Konturen verläuft, im Westen und Nordwesten recht niedrig, im Süden viel höher ist. Nicht mehr hoch am Abhange oberhalb dem Negerdörflein Mountain Hill habe ich eine genauere Übersicht über das ganze Polje gewonnen. Fast direkt gegen Westen führt die Strasse zur Zuckerfabrik und Residenz des Worthy Park Estate, südlich von der Strasse erhebt sich eine Terrasse, welche ungefähr in derselben Richtung E—W von einer Böschung begrenzt wird, die von Gestrüpp bewachsen ist und dadurch recht auffällig wird. Diese Terrasse scheint den ganzen südlichen Teil des Poljes auszufüllen. Die Ebene im Norden von der E—W führenden Strasse erscheint nur von ganz wenig eingefurchten Rinnen

gegliedert, die nur bei intensiver Beobachtung bemerkbar werden.

Das Polje von Luidas Vale liegt in einer Höhe von 305 bis 340 *m*, seine Länge von Süden nach Norden beträgt etwa 8 *km*, seine Breite 3—5 *km*, seine Fläche ca. 23 $km^2$. Früher wurde es von de la Beche*) und von den Survey-Geologen James G. Sawkins, welcher die seither St. Catherine angegliederte Parish St. John bearbeitete, untersucht.**) Weder R. T. Hill noch J. W. Spencer erwähnen, dass sie Luidas Vale besucht hätten. Ich habe von Worthy Park aus, wo ich Gast des Hon. J. V. Calder's war, die nordöstliche Seite des Poljes mit dem Ponor (Sink) des Flusses, welcher hier Rio Cobre genannt wird, besucht, dann den südlichen Teil des Poljes u. zw. über Shady Grove, über das Tal des Murmuring Brook gegen Thetford durchwandert, die westliche Seite bis in die Umgebung von Tydixon untersucht und in der nördlichen Direktion über Swansea das Polje verlassen.

Im Osten ist die Gebirgsumrandung des Poljes am höchsten, der von mir beschriebene Weg übersteigt den Rücken in seiner niedrigsten Stelle; im Nordosten erhebt sich der massive Mount Diablo bis 900 *m*, relativ 600 *m* über dem Boden des Poljes. Auf dieser Seite ist auch der Anstieg am unmittelbarsten, die Böschung am steilsten. Im Nordwesten und Westen ist das Karsthochland viel niedriger, nur einzelne Erhebungen dürften eine relative Höhe von 300 *m* über dem Niveau des Poljes erreichen. (Die Verhältnisse sind, wie

---

*) l. c. 147, 167, 175—6, hier »although it may seem out of place to notice fine scenery amid a dry detail of Geological facts, yet that traveller must be indeed dead to the beauties of Nature, who would not be struck with the fine and picturesque effect produced by the first burst of Luidas Vale, in his descent from the Barracks. This beautiful spot would be a lake but for the subterraneous channels the waters find for themselves; it is on every side surrounded by mountains, broken into a series of pine forms, and covered with forests, while the bothom of the Vale presents a mistake of buldings and cane fields, the brilliant green of the latter contrasting finely with other colours.«

**) l. c. 153—155, 158, vergl. auch. Parish of St. Ann von demselben Auktor, l. c. 196.

in einer Karstlandschaft natürlich, gar nicht so einförmig, wie sie auf der hypsometrischen Übersichtskarte R. T. Hill's erscheinen.) Während von den genannten drei Seiten das Kalkhochland mit breitem Saume Luidas Vale umgibt, bildet White Limestone auf der Südseite nur die Vorhügel eines stattlichen Gebirgszuges, des Juan de Bolas Mountain, welcher aus den stark gefalteten undurchlässigen Gesteinen der »Altered stratified Series« der Survey-Geologen, der »Blue Mountain Series«, kretazische Konglomerate und Tuffe enthaltend, nach R. T. Hill. Juan de Bolas Mountain erreicht etwa 830 *m* absoluter Höhe. Während die in das Polje vom Westen und Nordwesten einmündenden Gewässer durchwegs am unterirdischen Wege hinein gelangen, brechen die zwei von Juan de Bolas Mountain ihm zueilenden Wasserläufe die Kalkvorhügel durch und verschwinden erst im Polje selbst in Ponoren. Der weisse Kalkstein scheint fast durchwegs der Moneague Series R. T. Hill's anzugehören, es überwiegen harte, starke Bänke mit nur seltenen Zwischenlagen von klingenden, mergeligen, dünnen Schichten, die der chemischen Erosion mehr Widerstand leisten, als die mächtigen Bänke des reinen Kalksteins.

Ich bin fest überzeugt, dass die geologische Charakterisierung eines grossen Teiles der den Boden des Beckens bedeckenden Ablagerungen wie seitens der Survey-Geologen, so auch seitens R. T. Hill falsch ist und den wirklichen Verhätnissen nicht entspricht. Beide nämlich tragen auf den geologischen Karten die hier vorkommenden Konglomerate wie ältere Formationen als die White Limestone-Formation ein, J. G. Sawkins mit der Farbe der »Trappean Series«, R. T. Hill als kretazische Konglomerate und Tuffe.

J. G. Sawkins*) bemerkt zwar ausdrücklich, dass die im Polje vorkommenden Konglomerate sich von den im Gebirge

---

*) l. c. 158—159. »There are two distinct conglomerate formations in this parish; the upper is that which occupies the upper part of Luidas Vale, composed of fragments of red or pink porphyry and altered stratified rocks, cemented by a yellowish mottled clay rather friable and yielding readily to the hammer; the lower conglomerates on the contrary are tenatious and more dense, containing pebbles much water-worn of syenite, por-

anstehenden unterscheiden, er nennt sie sogar die »obere« Konglomeratformation, aber es wurde ihm nicht klar, dass es in der Wirklichkeit viel jüngere Bildungen sind, die allerdings durch den Transport der fliessenden Gewässer aus ihrer primären Lage im Juan de Bolas Gebirge ins Polje gelangt sind. R. T. Hill richtet sich nach der Eintragung auf der Karte der Survey-Geologen, weist jedoch ihr Alluvium und vielleicht teilweise auch die betreffenden Konglomerate seiner Kingston Formation zu. Die Konglomerate in Luidas Vale setzen die beiden Terrassen im südl. Teile des Poljes zusammen und werden auch im tiefer gelegenen nördlichen Teile in den Einschnitten der Wasserrinnen entblösst angetroffen, jedoch gewiss überall liegen sie auf dem weissen Kalksteine, wie besonders klar aus den Lagerungsverhältnissen im Terrassengebiete hervortritt, jedoch auch mit Rücksicht auf den tieferen Teil des Poljes bewiesen werden kann. Südlich von Swansea tritt der anstehende Kalkstein unter dem Konglomerate im Bette des periodischen Wasserlaufes auf und auch viele Ponore mitten im Polje geben einen überzeugenden Beweis dafür, dass der Kalkstein im Liegenden der Konglomerate sich befindet.

Das Niveau des nördlichen tieferen Teiles des Poljes liegt 305—310 *m* hoch, die erste Terrasse, welche mit der schon erwähnten gestrüppbewachsenen Böschung sich abhebt, liegt etwa 15 *m* höher und auch Worthy Park, der auf einem eingeebneten Kalkhügel liegt, gehört zu diesem höheren Niveau (320 *m*). Bei Worthy Park gibt es zwei tiefe »Sinks« auf dem Kalkhügel, trichterförmige Dolinen, deren eine als Ponor für das durch künstliche Wasserleitung der Zuckerfabrik zugeführte Wasser dient. Diese Terrasse zieht sich, stellenweise von Konglomerat bedeckt von Worthy Park bis gegen Shady Grove, wo auf ihr ein künstliches Reservoir, dessen Boden

---

phyry, siliceous, calcareous, and feldspathic rocks, cemented by a dark purple matrix, hard enough to receive a fine polish. The conglomerate forms beds alternating with shales of the altered stratified series that compose the greater part of Juan de Bolas Mountain, and Mount Pleasant Range rising from the base to the summit at various angles with a north-west and south-east strike.

auf wasserdichten Konglomeraten liegt, erbaut worden ist. Um Shady Grove und südlich von dem Dorfe sind in das Terrassenniveau zahlreiche tiefe Dolinen eingesenkt, deren Boden teilweise bebaut wird, teilweise jedoch wegen dauernder Durchfeuchtung nur Bambusgruppen trägt. Hier bei Shady Grove muss die erste Terrasse ganz sanft und unmerklich sich erheben und in die zweite übergehen, so dass ich an der Stelle selbst keine Änderung der Höhe bemerkt habe, von der anderen Seite des Murmuring Brook-tales jedoch die obere und die niedrigere Terrasse sehr klar unterscheiden konnte.

Von Shady Grove bin ich mit meinem Führer, Herrn Oliver Calder in das Tal des Murmuring Brook abgestiegen und durch dasselbe eine kurze Strecke stromaufwärts geritten, bis wir zu den damals tätigen Ponoren gelangt sind. Es ist das eine Gruppe von kleinen Öffnungen zwischen den Felsen im Flussbette, welche die derzeit kleine Wassermenge vollständig aufsogen, nach jedem grösseren Regenfalle jedoch gelangt das Flusswasser weiter um erst von tiefer abwärts liegenden Ponoren vollständig verschluckt zu werden. Während der Regenzeiten wälzen sich grosse Wassermassen durch das Tal, verursachen oft eine rasch vorübergehende Überschwemmung des Poljenbodens und bringen eine grosse Menge Schotter, Sand und Lehm mit, der stellenweise als natürliches Düngmittel dem Landlord willkommen ist. Wir erklommen dann den östlichen Uferhang des Tales und erreichten etwa 100 *m* über dem Niveau des Tales schon die anstehenden stark nordwärts einfallenden Schiefer, die unter die anscheinend gleichsinnig geneigten Bänke vom weissen Kalkstein nordwärts untertauchen. Die herannahende Dunkelheit hat mir nicht gestattet die Ponore des anderen weiter östlich verschwindenden Wasserlaufes zu besichtigen, wir ritten nordwärts an einer Fabrikruine vorbei, die von der Ferne sich ganz stattlich ausnimmt und gelangten stufenweise tiefer bis zum Wege, der von Mountain Hill nach Worthy Park führt.

Der weisse Kalkstein bildet mächtige Bänke, welche bald sich verflachen und nur unter 5—10° gegen Norden einfallen.

An der Ruine ist schon der Kalk vom Konglomerate und Lehme bedeckt. In dem nördlichen tieferen Teile des Poljes waren zur Zeit meiner Anwesenheit (19.—21. VII. 1906) alle Wasserrinnen bis auf einige kleine Lachen, welche sich in den tiefsten Stellen noch erhalten haben, trocken. Nur etwa einen Kilometer weit von dem Hauptponore sickerte ein bischen Wasser in den hier tiefer werdenden Einschnitt ein, so dass beim Ponor ein stattliches Bächlein in zwei Armen unter einer Masse niedergestürzter Felsen verschwand, um seinen unterirdischen Lauf anzutreten. Der Einschnitt ist da parallel zur Richtung des Poljenrandes Nord-Süd und auch noch auf eine Entfernung von einigen Hunderten Meter soll der unterirdische Lauf in dieser Richtung sich fortsetzen. Die Neger in Mountain Hill behaupten nämlich, dass sie in ihrem Dorfe das Ohr an den Felsen angelegt ganz gut zur Flutzeit das Rauschen des unterirdischen angeschwollenen Wasserlaufes vernehmen können. Die zusammengestürzten Felsmassen stellen einen Teil der Decke des obersten Teils der den Fluss empfangenden Grotte dar, die ganze Länge des eingestürzten Höhlenganges beträgt etwa 40 *m*, den Kubikinhalt der eingestürzten Felsmassen habe ich auf etwa 1000 $m^3$ geschätzt. Die Felsen waren auf der dem Regen ausgesetzten Seite schon von echten Karren oberflächlich stark angenagt, der Verkarrungsprozess geht in diesem Klimate sehr scharf vor sich, denn die Felsmassen waren erst einige wenige Jahre dem Anpralle des herabfallenden Wassers ohne Vegetationsschutz ausgesetzt.

Auf derselben Exkursion habe ich eine grosse und tiefe, wassererfüllte Doline gesehen, deren Lage ich nicht näher anzugeben im Stande bin. Ich habe mich auf die sogenannte Katastralskizze verlassen, die mir in Worthy Park später vorgelegt wurde, da war sie jedoch nicht eingezeichnet. Dieselbe wird als Schwimmbad benutzt, ihr Durchmesser beträgt etwa 60 *m*. Früher war sie jahrelang fast bis zum Rande mit Wasser angefüllt, erst im letzten Frühjahre hat sich ihr Umfang durch Nachsturz der lehmigen Ufer vergrössert und gleichzeitig wahrscheinlich hat sich ihr lange ausser Funktion gebliebener unterirdischer Abfluss geöffnet, denn das Wasser ist so gesunken, dass sein Niveau jetzt etwa 7 Meter unter

dem Rande liegt. Die Tiefe soll jetzt an 8 *m* betragen. Wahrscheinlich hat sich jetzt das Wasserniveau mit dem des in den Schottermassen des Poljenbades perkolierenden Grundwassers ausgeglichen, denn eine weitere Senkung ist nicht beobachtet worden.

Während am Ostrande des Poljes der Anstieg steil und unvermittelt ansetzt und bis hoch hinauf die Böschung so steil ist, dass es zur Bildung namhafter Dolinen nicht gekommen ist, hat die Westseite des Poljes einen ganz anderen Charakter — hier ist der Gebirgzug in Hügelreihen, die auch annähernd Nord-Süd verlaufen, aufgelöst, so dass die ersten Hügel nur niedrig sind und recht weit hintereinander folgen, die weiteren mit ihrer Entfernung von der Ebene des Poljes immer höher werden. Während also auf der Ostseite die entscheidende Rolle der tektonischen Linie zufällt, wahrscheinlich ist ein Bruch für die so starken Kontraste verantwortlich, hier auf der Westseite scheint das Auflösen der Hügelzüge langsam vor sich zu gehen.

Im Nordwesten des Poljes in der Umgebung von Tydixon leidet die Oberfläche des Poljes an mangelhafter Wasserabfuhr und ausgedehnte nasse Flächen erhalten sich hier noch lange nach dem Ende der Regenzeit. Wahrscheinlich ist neben der tiefen Lage dieses Poljenteiles auch der Charakter des Bodens dafür verantwortlich, denn während weiter südlich und auch gegen Osten und in der Umgebung von Swansea die Konglomerate überwiegen und die fast undurchlässige Lehmschicht nur stellenweise tiefer reicht, scheint sie in der Umgebung von Tydixon viel tiefer zu gehen. Es sind das bunte, abwechselnd weisse, gelbe und rote Lehme, die tiefer in Ton übergehen. Nicht weit von Swansea sind sie in der Flussrinne eingeschnitten, sind hier jedoch viel sandiger und wahrscheinlich auch durchlässiger als bei Tydixon. Unter den niedrigen Hügeln dicht am Rande des Poljes liegt südlich von Tydixon ein perrennierender Tümpel von etwa 1 *ha* Fläche, recht tief, nur an den Rändern von Wasservegetation verwachsen. Etwa 200 *m* weiter gegen NO liegt ein anderer »Teich« (»Pond« werden diese Lachen genannt), welcher jedoch seichter ist und in der trockenen Jahreszeit oft ganz

trocken liegt. Östlich von diesem waren noch einige Tümpel im seichten Flussbette erhalten, die auch bald austrocknen.

Gegen Nordwesten erstreckt sich bis unter die Randhügel des Poljes ein morastiges Terrain mit »Star-apples« und Bambus dicht bewachsen, dessen Betreten zu jener Zeit nur vorsichtig auf den den Negern bekannten Pfaden möglich war. Niedrige Kalkhügel von Sumpf umgeben erheben sich hie und da über den Alluvialboden. Unter einen Hügel führt ein horizontaler mit Wasser erfüllter Höhlengang. Mächtige weisse Kalkbänke horizontal gelagert bilden die Wände und die Decke der Höhle. Das Wasserniveau lag etwa 3 *m* unter der Höhlenöffnung und soll sich je nach der Jahreszeit heben und senken, da jedoch der Eingang höher als das umgebende Terrain liegt, soll das Wasser nie aus der Höhle fliessen. Das stagnierende Wasser soll nicht von den Überschwemmungen des Murmuring Brook herrühren, sondern von Quellen, welche hier am Rande des Poljes liegen und auch während der Trockenzeit tätig sind.

Gegen Norden zu bei Swansea verengt sich das Polje und bildet eine lange schmale Bucht, deren Boden um etwa 10 *m* höher liegt als die breite Fläche des Poljes. Die Wasserhöhle von Swansea liegt unter diesem Niveau, das Wasserniveau befand sich etwa 7 *m* unter dem Eingange, die Decke senkt sich schnell zum Wasser und verhindert den weiteren Einblick; das Wasser stand etwa 2 *m* hoch über der Sohle und die Breite betrug etwa 5 *m*. Während der Regenzeit strömt das Wasser aus der Höhle über eine Anhäufung von feinem Sand, der von dem unterirdischen Wasserlaufe mitgebracht wird, das Wasser gelangt jedoch selten bis ins Polje, da es von Ponoren verschluckt wird. Die Schotter, die man jedoch im trockenen Flussbette südlich von Swansea antrifft, scheinen nicht von diesem Wasserlaufe zu stammen und sind eher während der Überschwemmungen des Murmuring Brook abgelagert worden. Ich wurde dann in eine etwas weiter nördlich gelegene Höhle geführt, deren Eingang etwa 12 *m* höher liegt und die gewiss lange schon trocken liegt. Es ist das dieselbe, welche de la Beche ausführlich beschreibt. Sie führt fast vollkommen horizontal in wag-

rechten Kalksteinbänken. Der Tropfsteinschmuck ist noch sehr gut erhalten, bis an einige Stellen, wo viele Trümmer den Boden bedecken. Auch die Wände sind überall von sekundären Bildungen bedeckt, der Boden besteht aus mit Kalksinter verfestigtem Lehm und Fledermausguano. In einer Entfernung von ca. 60 *m* vom Eingange ist die Decke eingebrochen und eine tiefe rundliche Einsturzdoline mit fast senkrechten Wänden und flachem Lehmboden mit wenig Trümmern wird zur Bananen- und Arrowrootkultur benützt. Die Fortsetzung der Höhle auf der anderen Seite dieser dem Tageslicht offenen Fläche enthielt einige Wasserlachen und wir mussten bald wegen unzureichender Beleuchtungsmittel umkehren. Die Richtungen WSW—ENE und SSE—NNW sind für den Verlauf des Höhlenganges massgebend.*)

*) The entrance to this cavern is highly picturesque, and is concealed from a distant observer by dense tropical vegetation. The first part of the cave varies in height, and is in some places, lofty; this portion is covered with grotesque stalactites and stalagmites, and some of the columns are very beautiful. It terminates in a small open space surrounded by cliffs, where some negroes cultivate plantains, and cocos. The length of the first cavern is about 76 paces allowing for all inequalities. After crossing the small open space above mentioned (probably only a portion of the cave that has fallen in), we entered a cavern forming a winding chamber, about 89 paces in length, the sides, roof, and floor of which are covered with stalactites and stalagmites. We then crept through a low communication about three paces long, and entered another chamber about 34 paces in length, containing protesque stalactites and stalagmites. We then came to a small space, trough which we crept upon our hands and knees, for about the distance of two paces; and this opened into a lofty cavern 54 paces in length, where bats were clustered in considerable numbers on a portion of the roof. This chamber was separated from another by a small division. The space now entered was tolerably lofty and about 21 paces long: at the end the roof had fallen in, and admittel the light of day; and the rubbish formed rough ascent and descent, occupying about 60 paces of the cavern's length. We then entered a chamber 14 paces long, which is succeeded by a low passage, where we could not stand upright, 21 paces in length. After passing this low place, we found ourselves in a chamber 14 paces long, and we then entered a low place where the bed of limestone that formed the roof gradually approached the clay floor and prevented further progress.

Ich möchte als Resultat meiner Beobachtungen und Eindrücke im Luidas Vale folgende Schlüsse aufstellen:

Das Polje ist zwar tektonisch prädisponiert, besonders was den Verlauf seiner Ostseite anbelangt, kann jedoch nicht als ein Senkungsfeld aufgefasst werden. Es war wahrscheinlich im Pleistozän von einem See ausgefüllt, dessen zwei Stadien durch die beobachteten Terrassen gekennzeichnet sind. Die die Sohle und die Terrassen bedeckenden Konglomerate wurden meistens von den oberflächlich vom Süden hereinfliessenden Wasserläufen eingeschwemmt, welche auch für ausgedehnte jedoch kurz andauernde Überschwemmungen des Poljenbodens verantwortlich sind. Die Wasserzufuhr am unterirdischen Wege scheint nicht bedeutend zu sein und keinen grossen Schwankungen ausgesetzt, ich habe keinen Beweis dafür gefunden, dass die unterirdischen Wasserläufe grössere Mengen von Schotter einherbringen dürften, wenn also nach der Annahme der »Survey«-Geologen grössere Massen an Geröllen am unterirdischen Wege in das St. Thomas-in-the-Vale-Becken gelangt sind, entstammen sie viel eher den vom Süden hereingebrachten Schottern als dem westlich von Luidas Vale gelegenen Gebiete (Pedro River etc.), aus welchem die Gewässer am unterirdischen Wege weiter gelangen. Der Umstand, dass horizontal ins Polje einmündende Höhlengänge, welche früher gewiss sämtlich von Höhlenflüssen belebt waren, keine oder sehr kleine Wassermengen abgeben, führt zu dem Schlusse, dass jetzt das Karstwasserniveau sich meist unter dem Niveau des Poljes hält, dass die Zerklüftung der unter dem Polje liegenden Kalkmassen schon soweit fortgeschritten ist, dass die Anstauung des unterirdisch abfliessenden Wassers überhaupt nicht oder nur auf sehr kurze Zeit und in kleinem Masse erfolgt. Dass die Verhältnisse früher anders waren, dass der unterirdische Abfluss früher nicht

---

Near this cavern is another, from which the people on Swansea estate obtain their supply of water which remain at a greater or less depth in it according to the seasons. Sometimes when heavy rains have fallen in certain parts of the neighbourhood, with which it must have communication, it rushes out of the cavern with great noise and impetuosity into a gully, but is soon swallowed up among the sink- holes. (De la Beche, l. c. 185.)

so leicht vor sich ging, bezeugen gerade die Terrassen, welche beweisen, dass früher das Polje von einem perennierenden oder zeitweise hoch ansteigenden See erfüllt war.

## Das Karsthochland in der Parish of St. Ann.

Von Swansea gegen Norden zieht sich der Weg am unteren Abhange des Mount Diablo-Rückens gegen Norden entlang einer Süd-Nord verlaufenden Tiefenlinie, die ein ehemals zusammenhängendes Tal, welches jetzt stark und tief verkarstet ist, gewesen zu sein scheint. Die tropische Vegetation gestattet nur selten einen freien Ausblick in ein Chaos von Hügeln und kurzen Höhenzügen, zwischen welchen tiefe Karstmulden und Dolinen eingesenkt sind. In der Richtung der Erhebungen und der Vertiefungen können doch recht deutlich zwei Hauptrichtungen verfolgt werden, die fast unter rechtem Winkel sich kreuzen, Nord-Süd und Ost-West. Nordöstlich vom Negerdorfe Camperdown habe ich die höchste Stelle des Weges erreicht, etwa 500 *m*, von hier senkt sich der Weg rasch in das breite Tal von Gibraltar und Pleasant Valley. Während von Swansea bis nördlich von Camperdown das Auf und Ab überwiegt, finden sich hier breite Karstmulden mit flachem Boden, welche mit üppigem Graswuchs sich auszeichnen. Eine stellenweise mächtige Schicht von rotem Lehm bedeckt den Boden und erhält durch ihre Undurchlässigkeit eine Anzahl von langandauernden Lachen, die zum Tränken des Viehbestandes sehr wertvoll sind. Ohne grössere Niveaudifferenzen bewegt sie die Höhe von etwa 350 *m* bei Gibraltar bis 320 *m* im nördlichen Teile des Muldenzuges, wo die Längenachse in West-Ost übergeht, während im Norden ein steiler etwa 2—300 *m* hoher bewaldeter ungegliederter Abhang sich erhebt.

Ich wurde durch die Terrainverhältnisse zur Annahme geführt, dass die Camperdown-Gibraltar Tiefenlinie eine ehemalige Abflussrichtung bezeichnet, in welcher sich noch vor der Verkarstung das von der die Mitte der Insel durchlaufenden höchsten Erhebung abfliessende Wasser gegen die Nordküste zu bewegte, es gelang mir jedoch nicht entlang des Weges auch dort, wo es die höchsten Kalkriegel übersteigt,

also etwa in der alten Talbodenhöhe sich befindet, Beweise in der Gestalt von Geröllen oder anderen Flussablagerungen für dieselbe vorzufinden.

Entlang des Weges von Swansea gegen Gibraltar fallen die Kalkbänke seicht gegen Süd oder Südwesten, seichter gegen Norden und in der Umgebung von Moneague liegen sie horizontal.

Durch eine unbedeutende Erhebung wird dieser Muldenzug von dem geschieden, in welchem das Marktdorf Moneague sich befindet. Das Dorf Moneague liegt in einer Höhe von 300 *m*, Hotel Moneague auf einem Hügel etwa 30 *m* höher und bietet eine breite Aussicht auf ein reizendes Gebiet gegen Osten und Südosten, in welchem breite Grasflächen mit Wald bedeckten Hügeln abwechseln.

Etwa 4 *km* östlich von Moneague entspringt im Gebiete von Watsonville ein Karstfluss in einer tiefen Quelle, die Blue Hole genannt wird, dieselbe liegt etwa 280 *m* hoch am Wege und der Fluss wird noch von anderen Quellen in der nächsten Nähe gespeist. Ich habe keinen Grund anzunehmen dass mein Aneroid unverlässlich wäre, und muss infolge dessen die Angabe der Survey-Geologen, dass Rio Hoe viel tiefer liege als Moneague, als verfehlt bezeichnen. Der in Blue Hole entstehende Fluss Rio Hoe (ursprünglich vielleicht Rio Hoja) fliesst durch eine breite Wiesenfläche zwischen sanft ansteigenden flachen Hügeln gegen Nordwesten und bildet einen kleinen See in dem tiefsten Teile des flachen Beckens. Etwa 300 *m* nordöstlich von Blue Hole befindet sich bei Brighton etwa in derselben Höhe eine grosse Wasserlache, welche zeitweise während der Trockenzeit austrocknet und einen weissen Kalkniederschlag auf seinem Boden zurücklässt.*)

Während um Camperdown und im südlichen Teile des Gibraltar Muldenzuges das Relief äusserst unruhig ist, die Dolinen und Karstmulden tief und verhältnismässig eng, die Hügel und kurze Rücken steil und häufig, befindet man sich hier östlich von Moneague in einer Landschaft, wo die Ebene weit vorherrscht, die Erhebungen nur sanft ansteigen und

---

*) Reports on the Geology of Jamaica. S. 196.

das Landschaftsbild einen lieblichen parkartigen Eindruck hinterlässt. Während im ersten Gebiete die Zersetzungsprozesse in voller Tätigkeit sich befinden, man eine Karstlandschaft im späteren Stadium der Jugend sieht, hat man am Rio Hoe eine alte ausgeglichene Karstlandschaft vor sich, wo die vertikalen Unterschiede stark niveliert sind und die ursprünglich von einander scharf getrennten Mulden zusammenverschmelzen, in dem die Kalkriegel verschwunden sind oder mit tiefem Alluvium bedeckt erscheinen. Ich bin im Zweifel, ob man diese weite doch etwas wellige seichte Wanne zu den Poljen rechnen darf, entschieden jedoch ist sie eine dem Polje sehr nahe Form, durch Zusammenschmelzen von Karstmulden entstanden, tektonisch gewiss sehr wenig praedisponiert, was die hydrographischen Verhältnisse anbelangt, jedoch typisch ein zeitweise zum See werdendes Polje. Die Fläche dieser Wanne beträgt *ca* 6 $km^2$.

Was die hydrographischen Verhältnisse dieses Beckens anbelangt, hat schon J. G. Sawkins eine sehr interessante Mitteilung.*) Zur Zeit meiner Exkursion war der Wasserstand sehr niedrig, die eigentliche Wasserfläche nahm nur einige Hektar ein, war jedoch von versumpfter Fläche umgeben, die ein näheres Untersuchen des Sees verhinderte. Nach den Nachrichten, die ich von Negern bekommen konnte, war das Wasserniveau erst kurze Zeit im Sinken begriffen; nach den an der Vegetation hinterlassenen Spuren, mag in diesem Jahre der höchste Wasserstand nur etwa um einen Fuss höher gewesen sein; entlang der Ufern an der Westseite des Beckens bei Walton habe ich jedoch eine deutliche Uferlinie feststellen können, die etwa 1·2—1·5 *m* höher lag als das der-

*) l. c. 196. The water from this source makes tortuous windings over an alluvium more than two miles in extent, and then disappears below a ledge of limestone on the western extremity of the lake. This lake in the fall of the year 1863 expanded its dimensions more than it had for many years before; and as considerable time elapsed between the season of the periodical rains and the augmentation of the water in the lake it would therefore appear to be supplied from a subterranean reservoir, the channel of which is subject to obstructions. Since 1804 it does not appear to have reached the extreme outer bank until 1863.

zeitige Wasserniveau. Zur Zeit eines hohen Wasserstandes ist der Ponor mit Wasser bedeckt, derselbe besteht aus einigen Spalten in verwitterter Kalksteinbank. Die Wassermenge, die ihm der Abfluss des Sees zuführte, war sehr klein.

Das Becken von Rio Hoe hat keinen oberirdischen Zufluss, sein Ansteigen, welches nach Sawkins nicht mit der Regenzeit zusammenfällt (ich konnte darüber keine sichere Information bekommen), wäre einzig auf das langsame Heben des Grundwasserniveaus zurückzuführen, da wir nicht auf der veralteten Erklärungsweise, die Sawkins vorschlägt, beharren dürfen. Sawkins hält dafür, dass das Liegende des Alluviums im Rio Hoe Becken von sogenannten »Yellow limestone« gebildet wird, welcher bei Walton festgestellt worden sei. Diese Annahme ist jedoch keineswegs sicher, da auch für das Vorkommen des wirklichen »Yellow limestone« kein sicherer Beweis vorliegt.*) Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Sawkins zu dieser Annahme durch seine theoretischen Erwägungen geführt worden ist, da er sich keine grössere Karstwanne ohne undurchlässigen Untergrund vorstellen konnte.

Von Moneague habe ich eine Exkursion nach Ewarton unternommen, um meine Aneroidmessungen zu kontrollieren und ein neues Panorama von St. Thomas-in-the-Vale Becken zu geniessen. Der Weg zieht sich meistens entlang der die Dolinen und Karstmulden von einander scheidenden Karstriegel und nur in den höchsten Partien schmiegt er sich enger an den unmittelbaren Anstieg zum Mount Diablo. Die höchste Stelle des Weges liegt etwa 500 *m* hoch. Das Relief im Norden ist viel sänfter als gegen Ewarton zu, wo die destruktiven Kräfte viel intensiver arbeiten. Die Schichten fallen in der Nähe von Ewarton flach gegen Süden und Südsüdosten, weiter nördlich jedoch unter 5—10° gegen Norden, stellenweise wird jedoch auch ganz horizontale Lagerung beobachtet. Es ist möglich, dass öfters die Neigung der Schichten durch ganz lokale Einflüsse (einseitiges Einsinken der Hügel) hervorgerufen wird.

Von Moneague habe ich den Weg über Claremont gegen

---

*) R. T. Hill, Phys. Geography and Geology of Jamaica. S. 142—3 spricht den von Survey-Geologen, »Yellow limestone« zugewiesenen Fossilien die Beweiskraft ab!

Nordwesten und weiter in der westlichen Richtung nach Brownstown eingeschlagen. Der Weg führt durch ein wasserarmes Karsthochland, in welchem breite Karstmulden mit niedrigen waldbedeckten Hügeln und kurzen Höhenzügen abwechseln, die Hauptrichtungen Süd-Nord und Ost-West kommen wieder in der Anordnung der Höhenzüge und Tiefenlinien zur Geltung. Gegen Westen und Süden von der Strasse steigt das Terrain an und die Verkarstung zeigt da sehr tiefe, schroffe und frische Formen, die eine rasche Zerstörung hervorbringt, in der Nähe der Strasse ist die Terrainplastik viel milder, breite flache Mulden hoch mit Terra rossa ausgefüllt überwiegen und enthalten oft künstlich vertiefte Lachen, die zur Tränke des starken Viehbestandes dienen. Quellen gibt es nur wenige entlang des Weges, sie sind nur schwach und versiegen meistens während der Trockenzeit, ihre Existenz verdanken sie dem Umstande, dass die eingeschwemmten Lehmmassen stellenweise ihr Sinken in die tieferen Horizonte des porösen Gesteinkomplexes verhindern. Die Hauptmasse des in den Boden eindringenden Wassers dringt jedoch viel tiefer ein und erscheint wieder in den kurzen Küstenflüssen, welche auf der Nordküste münden und durch rückwärtsschreitende Erosion ihre Täler verlängern. Bei einigen dieser Flüsse wird die Erosion allerdings durch reichliche Travertinbildung gehemmt, welche die Flüsse selbst als Hindernis ihrer erosiven Kraft aufbauen und über welche sie in pittoresken Kaskaden und Wasserfällen ihre Wassermassen stürzen (Cave River, Roaring River etc.).

Die Strasse steigt bis vor Claremont bis etwa 420 *m*, dann senkt sie sich bis zum Kreuzwege, wo die Strasse nach St. Ann's Bay abzweigt, dann steigt sie wieder und erreicht bei Chippenham Park eine Höhe von 550 *m*, und fällt wieder gegen Brownstown bis auf 400 *m*. Etwa 6 *km* östl. von Brownstown befinden sich einige sehr tiefe Dolinen auf der Nordseite der Strasse, wahrscheinlich hat die rückschreitende Erosion des Pear Tree Gully auch auf die Vertiefung des Reliefs der Karstlandschaft eingewirkt. Brownstown, ein wichtiger Marktplatz, befindet sich am Ostende einer grossen Karstmulde, deren Längenachse Ost—West verläuft und die als Hampshire Valley bezeichnet wird.

Der südliche Teil der Parish St. Ann ist grösstenteils ein wildes, charakteristisches Karsthochland, auf grossen Flächen eine typische, unzugängliche Cockpit country. Die Beschreibung der von J. G. Sawkins betretenen Gebiete ist sehr gut und es bleibt mir nichts übrig, als auf dieselbe den Interessenten zu weisen.*) Besonders ist seine Beschreibung der tiefen schacht- oder schlotförmigen Dolinen, der sog. »Light holes« interessant. Ich habe nur die Landschaft entlang des Weges von Brownstown nach Cave Valley gesehen, die schon mildere Formen aufweist. Der Weg steigt ziemlich stark an, etwa 4 *km* südlich von Brownstown erreicht er schon eine Höhe von 500 *m*, die höchste Erhebung ist zwischen Essling und Aboukir, nahe an 600 *m*. Besonders wilden Charakter mit tiefen Dolinen hat die Landschaft entlang des Weges, wo er zum Cave Valley Polje absteigt.

## Das Cave Valley Polje und sein Einzugsgebiet.

Das Cave Valley Polje umfasst eine Fläche von etwa 30 $km^2$, seine Länge in der West-Ost-Richtung beträgt ca. 12 *km*, seine Breite 2—4 *km*, es liegt etwa 500—520 *m* über dem Meeresniveau. Leider war es mir unmöglich, den östlichen Teil des Poljes zu besuchen, den ich nur für eine spätere Tour von dem Stromgebiete des Rio Minho aus reserviert habe, die ich jedoch nicht mehr im Stande war, auszuführen. Ich habe näher nur die Umgebung von Cave Valley Market untersucht und dann den westlichen Teil des Poljes auf der Weiterreise gesehen. Durch das Ausbleiben der Besichtigung der östlichen Partie des Poljes hat meine Kenntnis dieses Beckens grossen Nachteil erfahren, denn weder aus der Karte Robertson's, noch aus der geologischen Detailkarte von J. G. Sawkins und der geologischen Beschreibung der Parishes St. Ann und Clarendon ist man imstande, das wirkliche Verhältnis des Poljes zu der Hollis oder Vera Ma Hollis Savannah zu erfahren. Ebenso ist es ungeklärt, ob und in welchen Beziehungen das Polje zu dem sogenannten Great Morass sich befindet, aus welchem

*) Reports on the Geology of Jamaica 192—202.

Pedro River gegen Osten fliesst und westlich von Luidas Vale im Ponor verschwindet.

Das Cave Valley Becken ist kein so einheitliches Gebilde wie das Polje von Luidas Vale zum Beispiel, es besteht aus wenigstens drei breiten mit tiefem Alluvialboden bedeckten ursprünglich selbständigen Teilen, deren Scheiderücken noch immer in einer Anzahl von Hügel über das Niveau der Alluvionen hervorragen und stellenweise von den Flussbetten tief entblösst sind. Während also das Zusammenwachsen der ursprünglich selbständigen Wannen zu einem einheitlichen Polje noch nicht abgeschlossen ist, arbeitet schon vom Süden her die Erosion der Zuflüsse des Rio Minho an der Zerstörung der zusammenhängenden Kalksteinumrandung des Poljes. Im östlichen Teile scheint das Polje nur durch nicht mehr zusammenhängende Kalkhügelreihen oder Gruppen von Hollis' Savannah getrennt; was für ein Agens hier die Zerstörung des früher zusammenhängenden Kalkkomplexes verursacht hat, ist mir nicht klar, da die Savannah noch wenig von der rückschreitenden Erosion der vom Süden her sich rückwärts vertiefenden Wasserläufen angeschnitten ist. Den älteren Schriften kann man nichts sicheres entnehmen. Während der »Survey« Geologe nur von älteren Bildungen spricht und das ganze als »Trappean« auf der Karte ausscheidet, scheidet de la Beche Konglomerat und Sandstein (Savannah Conglomerate and Sandstone) aus, die er für jünger als »White limestone« erklärt (S. 182). Ob früher vielleicht Cave River weiter nach Osten reichend selbst an der Zerstörung des Kalkrückens teilnahm und ob die roten und gelben Tone, welche die Oberfläche der Savannah bilden, noch seine Ablagerungen sind, kann nur durch spätere eingehende Untersuchung festgestellt werden. Die geologische Karte von R. T. Hill gibt die Darstellung der »Survey«-Geologen unrichtig wieder, indem sie auch das Cave Valley Becken mit der Farbe der kretazischen Konglomerate und Tuffs bezeichnet, während die Originalkarte sowie der Text hier ausdrücklich Alluvium anführen.

Cave River mit seinem Hauptzuflusse Yankey River entstehen aus Karstquellen der Témoins-Hügel der »White Li-

mestones«, die auf dem undurchlässigen gefalteten Gesteinskomplexe noch erhalten blieben, durchfurchen in tiefen Tälern die wechselreiche Gesteinserie, vereinigen sich oberhalb Borobridge und betreten dann zu einem Flusse vereinigt das tieferliegende Kalkhochland, unter welchem die älteren undurchlässigen Gesteine in der Tiefe verschwinden. Der Fluss hat durch seine erosive Tätigkeit die Vereinigung der früher selbständigen kleinen Karstwannen zu einem einzigen Poljengebilde zustandegebracht. Nur nach starken Niederschlägen fliesst der Fluss an Cave Valley Market vorbei in den östlichen Teil des Poljes und verschwindet unter seiner östlichen Kalkumrandung, noch seltener übergiesst er mit seinen Fluten grosse Teile der Poljenfläche und bereichert das fruchtbare Alluvium mit neuer Schicht von feinem Sediment. Das Cave Valley Polje war im Jahre 1886 sehr stark inundiert und das Wasser bedeckte einen grossen Teil seiner Fläche durch zwei bis drei Monate, im Jahre 1905 ereignete sich eine grosse jedoch kurz andauernde Inundation. Während der trockenen Jahreszeit verschwindet er in zwei mit Bambusdickicht verdeckten Ponoren etwa 2 *km* westlich von Cave Valley Market und nur trockene Flussbette und tiefe Rinnen und trichterartige Vertiefungen am Fusse der zerstreuten Kalkhügel, wo sich Felsponore öffnen, bezeugen die aufwühlende Tätigkeit des Flusswassers im östlichen Teile des Poljes. Der Fluss teilt sich während des Hochwassers in zahlreiche Arme, die meist sehr seichte Rinnen hinterlassen, und verliert sich in zahlreichen Ponoren nicht nur unter den Rändern, sondern auch in der Mitte des Poljes. Ich habe unter einigen aus dem Polje herausragenden Hügeln östlich von Cave Valley Market Ponore feststellen können, zu welchen sich das Wasser in Wirbeln senkt und den Alluviallehm mitreisst. Dieser Umstand, dass die Ponore in der Mitte des Poljes tief auf seinem Boden erscheinen, ist ein genügender Gegenbeweis gegen die Annahme, das Kalksteinkomplex wäre bis auf die undurchlässige Unterlage im Polje abgetragen. So wie anderswo in Jamaica, in Luidas Vale, Rio Hoe Becken, ebenso hier sind die karsthydrographischen Verhältnisse für die eigentümlichen aus den impermeablen Gesteinsgebieten unbekannten Phänomene verantwortlich, welche sich die »Survey«-Geologen nicht

gut erklären konnten und deshalb immer die Vertiefung bis auf undurchlässige ältere Unterlage zu Hilfe nahmen.

Die genannten Hügel in der Nähe von Greenock sowie einige felsige Vorsprünge an der Nordseite des Poljes erreichen eine Höhe von etwa 20 *m* über dem Poljenniveau und sind gewiss ein Überrest eines älteren Einebnungsniveaus, zu welchem auch vielleicht das höchste Niveau der Alluviumbildungen gehört. Das Alluvium besteht meist aus dunkelrotem bis chokoladefarbigem feinen Lehm, und stellenweise, in den Flussbetten finden sich auch Geröllschnüre und sandige sowie grandige Schichten angeschnitten, welche durch ihren polygenetischen Charakter ihren Ursprung aus dem gefalteten Schichtenkomplexe im Oberlaufe des Flusses verraten. Es wird allgemein angenommen, dass die Gewässer des Cave Valley Einzugsgebietes unterirdisch in nördlicher Richtung sich zum Meere bewegen, J. G. Sawkins hat sogar ihre Fortsetzung in den die Lightholes durchfliessenden Wässern vermutet.

Fast überall habe ich annähernd horizontale Lagerung der Kalksteinbänke feststellen können, an einigen Hügeln waren die Schichten in einer Richtung geneigt, aber dieser Umstand war durch einseitiges Versinken leicht und verlässlich zu erklären. Nur am Abhange des Hügels, auf welchem die Policestation sich befindet, habe ich auf dem durch Strassenbau entblössten Profil eine kleine Verwerfung feststellen können, die Ost-West verlauft und durch welche die Schichten im nördlichen Teile des Hügels stärker gegen Norden geneigt und vertikal um etwa 0·70 *cm* abgesunken erscheinen. Ich war im Zweifel, ob diese Dislokation als ein mehr verbreitetes Phänomen von allgemeiner Bedeutung für die Bildungsweise des Poljes aufzufassen wäre, nachdem ich jedoch besonders in Java so viele durch ganz engbeschränkte Gleichgewichtsstörung hervorgerufene Dislokationen studieren konnte, halte ich es für nicht ratsam, weitgehende Schlüsse aus dieser zufälligen Beobachtung zu ziehen.

Die Kalke sind hier nicht so einförmig, wie weiter nordöstlich, es wechseln oft recht mächtige Komplexe von dünnen, mürben Kalkschichten mit starken Bänken, die mehr widerstandsfähig sich erweisen und nahe an den Ponoren, wo sie

der Vegetation bar sind, auch von echten Karren angenagt erscheinen.

Etwa 2 *km* ostwärts von Cave Valley Market liegen in der Nähe der Strasse zwei grosse Tümpel, deren Boden gewiss aus undurchlässigem Alluviallehm gebildet ist und deren natürlicher Kubikinhalt durch künstliche Erhöhung der Umrandung erhöht worden ist. Das Grundwasserniveau scheint sich auch während langer Trockenzeiten nicht tief unter den Poljenboden zu senken, denn die Neger bekommen immer Wasser, indem sie entsprechend tief in den »Sinks«, den Ponoren hinuntersteigen.

Die Hügel, welche von den ursprünglichen Barrieren zurückgeblieben sind, welche die oberen Teile des Poljes umschlossen, zeigen hie und da recht trümmerhafte Formen, welche von der andauernden Tätigkeit der Zerstörungsprozesse Zeugnis abgeben, vereinzelte Felstrümmer und Blöcke dienen noch als letzte Zeugen von anderen Kalkhügeln, die schon der Korrosion und Schwerkraft unterlegen sind und deren manche gewiss noch unter dem alles nivellierenden Alluvialboden verdeckt sich befinden.

Zwischen Friendship und Borobridge verlässt man den Weg gegen Westen folgend das Gebiet der flach gelagerten Kalke und von Borobridge fängt das Steigen an; der Weg verlässt bald das Flusstal des Cave Rivers und folgt dem wasserscheidenden Rücken, von welchem man stellenweise Ausblicke auch über das obere Stromgebiet des Rio Minho gewinnt. Der Charakter der Landschaft ist in jeder Beziehung ein ganz anderer wie im Kalksteingebiete. Man kann sich unter denselben klimatischen Verhältnissen schwerlich einen frappanteren Kontrast vorstellen. Die üppigen Urwälder, welche das Kalkgebiet bedecken, die saftig grüne Vegetation, aus welcher nur selten die weisse Kalkwand herausschimmert, findet man auf dem undurchlässigen Gestein nicht wieder; hier eine recht dürftige Vegetation bedeckt die Hänge und Kämme der tief von zahlreichen Bacheinschnitten gegliederten Landschaft, nur höher an krönen die höchsten Erhebungen wieder kleine dunkle Urwaldflecke, welche die Überreste, die Témoins, des einst das ganze ältere gefaltete Ge-

birge bedeckenden horizontalen Kalkplateaus darstellen. Geheimnisvoll wird das Kalkhochland von dem undurchdringlichen Urwalde gemacht, der nur die ebenen lehmbedeckten Flächen der Kultur preisgibt, im ewigen Schatten begraben liegen die engen Karstmulden der tief und frisch gegliederten Karstgebiete, ein dem Menschen unnahbares Labyrinth; dafür sind die Hänge des älteren Gebirges überall der Sonne und auch der Kultur zugänglich. Die starken Regengüsse verheeren allerdings oft die Kulturen und stellenweise sieht man deutliche Spuren von Abrutschungen und auch sind tief verwitterte Gehänge zur Rachelnbildung geneigt, jedoch im ganzen ist das einen öden Anblick gewährende Gebirge für die Kultur viel wertvoller als die Kalksteingebiete.

Beim Anstiege von Borobridge trifft man dunkle Kalke und graue dünnplattige Mergelschiefer, die unter 40—50° gegen Südosten einfallen, die Streichrichtung und der Einfallswinkel scheinen jedoch vielen Änderungen unterworfen zu sein, höher an überwiegen die groben Sandsteine und Konglomerate der sogenannten Trappean Series, die an der Oberfläche stark verwittert sind, sodass die Lagerung nur sehr selten beobachtet werden kann; etwa 10 *km* von Borobridge in einer Höhe von ca. 700 *m* streichen sie ONO—WSW bis O—W und fallen unter 15° gegen SSO bis S. Oberhalb Spaldings gegen Westen und Nordwesten gelangt man schon in die Nähe der erwähnten Kalkplateaureste und Christiana liegt von den Kalkhügeln fast umgeben. Die höchste Stelle des Weges vor Christiana beträgt ca. 750 *m*, die Kalkhügel ragen noch 50—100 *m* höher empor, Christiana selbst liegt am Abhange zwischen 700—730 *m*. In Einschnitten treten unter den Kalkschichten die undurchlässigen Konglomerate und Sandsteine zutage, die Transgressionsfläche wird durch meist wenig ergiebige, aber perennierende Quellen gekennzeichnet. Die Kalkhügel weisen stellenweise flache, schüsselförmige Dolinen auf.

Nördlich von Christiana steigt der Weg langsam an, etwa 2 *km* weiter erreicht er eine Höhe von etwa 800 *m* unter einer Kirche, die den Kamm krönt; etwa 5 *km* von Christiana fallen lichte, dünnplattige Mergelschiefer gegen SW ein und

unter ihnen kommen sandige Kalksteine (kretazisch?) zum Vorschein, die rudimentäre Verkarstungsformen aufweisen. Weiter treten wieder rötlich braune Sandsteine auf, die mit Konglomeraten abwechseln und stellenweise dünne bituminöse Schichten enthalten. Die fallen unter 30—40° gegen SSW ein. In der Nähe der Devils Bridge, des scharfen wasserscheidenden Kammes zwischen dem gegen Westen fliessenden Hectors River und dem Stromgebiete des Yankee River liegen auf den Mergelschiefern gleichsinnig gegen SW einfallende dickbänkige Kalke, die durch senkrecht zu den Schichtfugen verlaufende Klüfte in Quader zerfallen. Die Bänke sind von ungleicher Härte und Zusammensetzung, die reineren Kälke neigen zur Karrenbildung, die mehr mergeligen verwittern schneller und zerfallen in kantige Blöcke.

Devils Bridge liegt in einer Höhe von 750 *m* und gewährt freien Ausblick auf beide einander im Landschaftscharakter sehr ähnliche in entgegengesetzter Richtung abfallenden Gebiete des Hectors River und des Yankee River. Weiter nördlich ist noch bei Highgate der wasserscheidende Grat so eng, liegt jedoch etwas höher (770 *m*).

## The Black Grounds und Cockpit Country.

Auch nördlich von Devils Bridge zieht sich die Strasse auf den rotbraunen, fast rostfarbigen Sandsteinen und Konglomeraten, etwa 4 *km* weiter senkt sich die Strasse in ein kleines von allen Seiten geschlossenes Becken, das Lowe River Polje. Die Höhe des Poljes beträgt 690—700 *m*, die Fläche beträgt 2—3 $km^2$, sein Boden ist von den Einschwemmungsbildungen des Lowe River bedeckt, welcher torrentartig von den Sandsteinrücken nach stärkeren Regen hereinbricht um bald fast zu versiegen. Im Norden wird das Polje von hohem Kalkhochland eingefasst, schon von der Brücke an liegt das Alluvium auf weissen Kalkbänken und zahlreiche Kluftponore verschlucken den schwachen Strom, welcher nur geschwollen die Hauptponore unter der Kalkwand im Norden des Poljes erreicht.

Die Strasse ersteigt den Sandsteinrücken im Westen des Lowe River Poljes und man gelangt bald zu einer sehr

deutlichen Antiklinale der gelbbraunen halbzerfallenen sandigen Mergel, deren Achse Nord-Süd verläuft. Die Schichten fallen gegen Osten unter schärferem Winkel und auf dieser Seite der Strasse erscheinen bald wieder Überreste von Kalkbänken, die horizontal gelagert auf dem gefalteten tief verwitterten Mergel transgredieren. Bald jedoch führt der Weg wieder über gefaltete Sandsteine, stellenweise Konglomerate, die unter 20° gegen Nordosten einfallen und von undurchlässigen quellenbildenden Tonen unterlagert werden. Bis etwa 10 *km* von Lowe River Polje liegt der Weg ungefähr in gleicher Höhe von ca 700—750 *m* und folgt der Wasserscheide zwischen dem Hector's River Stromgebiete und dem einiger gegen Norden abfliessenden Bäche, die bald unter dem Rande des Kalkhochlandes versinken; der grösste von diesen Bächen ist der Quashies River, welcher, wie schon J. G. Sawkins*) bemerkt, unter einem Kalkfelsen mit ziemlich hohem Wasserfall verschwindet, um vielleicht endlich als Rio Bueno nördlich von Stewart Town wieder auf der Oberfläche zu erscheinen. Noch immer auf Sandsteinterrain senkt sich die Strasse weiter gegen Nordosten und Norden und stellenweise treten gelbe und auch weisse Kalke auf, Relikte jener, die früher in grosser einförmiger Mächtigkeit das ganze tiefere Schichtenkomplex bedeckten. Bei Alberttown ist man auf etwa 570 *m* abgestiegen und in den weiteren 4 *km* nach Ulster Spring sinkt der Weg bis auf 450 *m* bei der Policekaserne und 380 *m* zwischen den beiden grossen Dolinen von Ulster Spring.

Ulster Spring liegt an der Grenze des älteren Gebirges und des Kalkhochlandes, welches nördlich von dieser Mulde in den sogenannten Ulken hoch ansteigt. Die Mulde von Ulster Spring setzt sich aus einigen tiefen Dolinen zusammen, in welchen das Wasser einiger starken Quellen erscheint um von neuem in tieferem Niveau ihren unterirdischen Lauf anzutreten. Das Wasser stürzt sich im Wasserfalle von unterhalb der Strasse zu einer von den Dolinen und verschwindet da zwischen Bananen im Ponore. Nach starkem Regen fliesst das Wasser auch in eine andere Doline dicht unter dem Nordab-

*) Reports on the Geology of Jamaica. S. 219.

hange und wird von einem unter Bambusgebüsch versteckten »Sink« verschluckt.

Von Ulster Spring führt der Weg über Alberttown in das poljenartige Becken von Spring Garden, welches von Gall River (auf der Karte Mouth River) durchflossen wird. Der Fluss versinkt nicht am Nordrande des Beckens selbst, sondern verlässt es in einem gegen Nordnordwesten gerichteten Tale, in welchem er etwa 2 *km* weiter im Ponor unter einem Felsriegel verschwindet.

Die nackten felsigen Ufer um den Ponor sind von Karren stark zerfressen.

Der Boden des Beckens von Spring Garden liegt etwa 480 *m* hoch, der Ponor des Gall River etwa 450 *m*. Das jetzt blind endende Tal des Gall River hat einst wahrscheinlich dem oberflächlichen Abflusse des Beckens gedient, wenigstens zieht sich das Tal viel weiter in der NNW-Richtung, die schon eine der ursprünglichen Abdachungsrichtungen vorzustellen scheint. An der Ostseite des Beckens ist etwa 12 *m* hoch über dem Flussbett eine deutliche Terrasse ausgeprägt und auch ein höheres Einebnungsniveau etwa 40 *m* über dem Boden des Beckens ist unter seinem Ostrande und auch auf den Höhen von Durham zwischen Gall River und seinem Zuflusse, der Hicks River auf der Karte genannt wird, klar entwickelt. Der Fluss fliesst in einem Bette, dessen Bänke von Alluvium gebildet sind, seine Sohle jedoch aus Kalkschichten besteht. Gegen Norden von Spring Garden erstreckt sich typisch Cockpit Country, ein Chaos von hohen konischen Hügeln und tiefen Karstmulden und Dolinen, den sogenannten »Cockpits«. Die Längenachse der Hügel und der Tiefenlinien verläuft in der Richtung etwa Nord-Süd, während annähernd senkrecht auf dieselbe die weniger ausgeprägten Angriffslinien der Corrosion liegen. In der Begleitung eines Negers habe ich einen schmalen horizontal verlaufenden Höhlengang besucht, welcher mit einer tiefen Wasserlache endet; die Wände waren noch von sekundären Bildungen frei und auch die Tropfsteinbildung war gering. Die starken Kalkbänke fallen da sehr flach gegen NNW ein. In der westlichen Richtung von Spring Garden erstreckt sich weit und breit die

berüchtigte, wilde und fast unbekannte Cockpit Country, eine äusserst wild zerrissene Karstlandschaft, welche als typisch für ein tektonisch wenig gestörtes, flachgelagertes mächtiges Kalkhochland mit tief liegendem Grundwasserniveau im reifen Stadium der Entwickelung angenommen werden muss. Es ist das derselbe Typus,*) welcher in Goenoeng Sewoe auf Java in ebenso typischer Entwickelung vorkommt und welcher in den gefalteten Karstgebieten nirgends so regelmässig auf weiten Strecken entwickelt ist.**)

---

*) Daneš, Карст типа »Goenoeng Sewoe« или »Cockpit Country« Гласник српског географског друштва. B. II. 310—313.

Týž, O krasu typu »Goenoeng Sewoe« čili »Cockpit country« Sborník čes. společnosti zeměvědné 1912. S. 71.

**) Die Charakteristik der »Cockpit Country« wird im Berichte von J. G. Hawkins folgenderweise windergegeben: Perhaps no country in the world presents a more rugged or uneven surface than those portions of this and the adjoining parishes, called Cockpits, which in form resemble inverted cones, the rims of these pits usually present a series of pointed hills with steep precipitous sides or perpendicular escarpments, and when it is considered that the beds of limestone are broken up into blocks of one to twelve feet in diameter, covering the surface in the most confused manner, a conception may be formed of the great difficulty of access, and perfect impracticability for beasts of burthen to travel until the hand of man has equalized the surface; consequently much of this part of the island remains a terra incognita, it is described by the Government land surveyors as »Government land composed of rocky mountains, precipices and cockpits, interspersed with narrow rocky glades.« (S. 238.)

und auf einer anderen Stelle:

The most extraordinary peculiarity consist in the numerous and deep depressions which occur in the white limestone, called by the natives »Cocpits«; they present the appearance of an inverted cone or tea cup of 100 to 500 feet deep, covered on every side by fragmentary limestone of all sizes, weathered or worn into every possible shape imaginable, and the edges or rim of these pits when extended on a map present a series of lines like net work or the edges of a cellular tissue. Now it is a matter of consideration how these cavities were produced, and the only hypothesis adopted by us attributes them to unequal denudation, supposing the surface was irregular when elevated above the sea, and, like all limestone formations, full of cavities, faults, and

**Hector's River, Oxford Polje und das Becken von Appleton.**

In der Umgebung von Alberttown ist ein seichter Karst entwickelt mit schüsselförmigen und trichterförmigen Dolinen, die bald mehr der Richtung Ost-West, bald Nord-Süd folgen, weiter südlich entlang des Weges zum Hectors River wird der Karst tiefer, lange und tiefe Karstmulden treten auf, der Kalkstein bildet mächtige, annähernd horizontal lagernde Bänke und produziert viel Terra rossa. Der Weg steigt bis nahe vor Warsop über 600 *m* und fällt dann rasch ab in die Ebene am Hectors River, die etwa 420 *m* hoch liegt. Der Fluss ist einige Meter in die mit Alluvium bedeckte Ebene eingetieft, sein Bett hat er im gelben Kalksteine eingegraben und auf allen Seiten der Ebene steigen Kalkhügel an. Der Fluss verschwindet gewöhnlich in der Nähe der Brücke in zahlreichen Klüften seines felsigen Bettes, nur bei Hochwasser versinkt er etwa 2 *km* weiter gegen Westen und überschwemmt auch die anliegende Ebene.

Hector's River scheint nur verhältnismässig kurze Zeit hier zu verschwinden, denn sein Tal ist durch einen Nordsüdlich verlaufenden jetzt stark verkarsteten Talzug mit dem Oxford Polje verbunden, dessen Nordende nur etwa 30 *m* über dem Flussbette des Hector's River ansteigt. Wäre der unterirdische Wasserabfluss der Hochwassermassen hier in Jamaica ebenso stark gehemmt als in dem Dinarischen Karstgebiete, da wäre noch jetzt die Ebene am unteren Hector's River von Überschwemmungen heimgesucht, welche leicht durch das erwähnte Tal gegen Süden überfliessen könnten. Wirklich scheint früher der Hector's River gegen Süden geflossen zu sein und erst später durch Verstärkung des unterirdischen Abflusses in seinem jetzigen Unterlaufe vollkommen aufgesaugt zu sein. Ob auch eine kleine tektonische Bewegung mitgespielt hat, oder nur der Ent-

---

fissures, subsequently atmospheric denudation produced an enlargement of these hollows, and the waters sinking through the cavernous structure of the limestone, forced their way through and removed the subjacent beds of shale and sand, thus forming cavities below the limestone, which, being unsupported, gave way and originated the »Cockpit« depressions. (Seite 242.)

wicklungsgang der Karsthydrographie dafür verantwortlich sei, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. Der jetzt tief verkarstete Talzug senkt sich allmählich zum Polje von Oxford, die Riegel zwischen den Dolinen und Karstmulden, die ihn ausfüllen, scheinen noch Reste des alten Talbodens, welcher langsam gegen Süden sich senkte, darzustellen, jedoch vergeblich habe ich nach Flussablagerungen gesucht, nur starke Anhäufungen von Terra rossa kommen öfters vor. Etwa 4 *km* vom Hector's River öffnet sich das Becken von Oxford und der Weg senkt sich rasch um mehr als 150 *m*. Das Polje von Oxford liegt in einer Höhe von 170—200 *m* und bedeckt am Rande des tiefen Tales, welches der mächtig aufquellende One Eye River durchfliesst, eine Fläche von 7—8 $km^2$. Der One Eye Fluss empfängt von der Südseite des Poljes den Zufluss Rotten Gut und verschwindet bei Wallingford etwa $1^1/_2$ *km* nordöstlich und um etwa 55 *m* tiefer als die Eisenbahnstation und Marktplatz Balaclava, welcher auf dem engen verkarsteten Rücken liegt, die das Polje von Oxford von dem Becken, jetzt aufgeschlossenem Polje von Appleton scheidet. Zwei Alluvialponoren nehmen zur Trockenzeit die Wassermenge auf, bei hohem Wasserstande ist jedoch noch eine ganze Anzahl von trichterförmigen Vertiefungen in der Nähe, jetzt ausser Tätigkeit stehender Ponore »Sinks«, die bereit sind, das Wasser aufzunehmen. Keine grösseren Überschwemmungen kommen im Polje vor. Es wird allgemein One Eye River für die Fortsetzung des Hector's River gehalten und zwar wie schon Chas. B. Brown*) bemerkt, soll das Wasser, welches in den ständig tätigen Ponoren in der Nähe der Brücke verschwindet, da wieder zum Vorschein kommen, während das Wasser, welches zeitweise bis in die letzten, tiefst und am weitesten gegen Westen gelegene Ponoren fliesst, direkt in das Becken von Appleton fliessen soll, wo es zwischen Williamsfield und Island einige zeitweise sehr anschwellende Quellen bildet.

Ich habe nur den westlichen und zentralen Teil des Poljes begangen und näher untersucht, über seine östliche Umrandung kann ich nur wenig sagen, da man wegen der

*) Reports on the Geology of Jamaica 165.

Vegetation und der verhältnismässig kleinen Kontraste in der Höhenlage nicht imstande ist, aus dem Eisenbahnzuge bestimmtere Beobachtungen herzustellen.

Auf der geologischen Karte der Survey-Geologen wird in der nächsten Umrandung des Poljes ein breiter Saum des »Yellow limestone« verzeichnet, wenn man jedoch die aufrichtigen Aufzeichnungen des Feldgeologen in seinem Report liest, findet man stark angedeutet, dass sich dieser gelbe Kalkstein von dem weissen nicht gut scheiden lässt, und dass die Grenze, welche beiden gegeben wird, höchst unsicher ist und daher nur willkürlich eingezeichnet wurde. Wenn man bedenkt, dass keine Diskordanz zwischen beiden festgestellt werden kann, dass auch lithologisch die Zusammensetzung und ihre Variation in beiden so streng unterschiedenen Horizonten fast gleich ist, wenn man dann R. T. Hill's palaeontologische Bemerkungen liest, welche die ältere Unterscheidung als unsicher darstellen, kommt man zur Überzeugung, dass man wahrscheinlich nur mit einem Komplexe der Kalksteine hier zu tun hat; dass die Flüsse und Quellen nicht auf der undurchlässigen Unterlage der gelben Kalksteine entstehen, sondern auf dem Kalke dort, wo es das derzeitige Niveau des unterirdischen Wasserstandes in der Kalkmasse zulässt.

Ebenso doktrinär kommt mir vor, dass die das Polje ausfüllenden Konglomerate, Sande und Tone für ein höheres Niveau der »Upper Conglomerate Series« erklärt werden, die älter sei als der »Yellow limestone« und somit ein durch Denudation der Kalksteinmasse aufgeschlossenes Fenster der älteren Unterlage sein sollen. Ebenso wie in Luidas Vale halte ich diese Massen für Poljenbildungen, die erst nach der Entstehung des Beckens im Kalkhochlande hineingeschwemmt wurden und ihrem geologischen Alter nach wahrscheinlich pleistozän sein dürften.

Sie liegen südlich von Oxford auf den Kalkbänken, die auf ihnen entstehenden kleinen Wasseradern verschwinden in tiefer gelegenen Ponoren unter der Nordumrandung des Poljes und es liegt kein Grund dafür vor, die horizontalen Kalkbänke, als transgredierend über einem Aufbruche eines

älteren Gebirges aufzufassen. Die Sande und Tone sind in einigen Einschnitten aufgeschlossen und zeigen einen gleichen ähnlichen Charakter, wie solche Bildungen in anderen »Interior Valleys« Jamaica's. Diese Bildungen erheben sich ziemlich höher als das tiefergelegene Terrain im westlichen Teile des Poljes und können für eine Terrasse gehalten werden, die bei einer gründlicheren Untersuchung sich wohl in zwei Niveaus wird gliedern lassen. Das tiefere Niveau habe ich in der Nähe der Brücke über One Eye River beobachtet, das etwa 15 *m* über dem Flusse ansteht, das höhere Niveau steigt langsam und unmerklich an, durch Urwald, wo der Kalkstein, und dichtes Gebüsch, wo die Poljenbildungen anstehen, der näheren Untersuchung entzogen. Von Oxford habe ich dieses erhöhte Niveau in der Richtung gegen Evergreen gekreuzt, da unweit von dem Negerdorfe steigt man in einen Einschnitt in der Nähe der Eisenbahn, wo im Kalke Quellen entstehen, die sowie der Eisenbahn das nötige Wasser abliefern, so auch dem Rotten Gut einen Zufluss bilden. Das Niveau in der Mitte des Poljes, das ich für eine Terrasse halte, reicht auch noch über die Eisenbahn gegen Südosten.

Nur durch den engen Kalkrücken von Balaclava vom Oxford Polje geschieden breitet sich das grosse flache und wasserreiche Becken von Appleton aus, dessen hydrographischen Verhältnisse von Chas. B. Brown ausführlich geschildert werden. Diese Beschreibung ist so interessant, dass ich mich entschlossen habe, sie wörtlich in der Anmerkung zu wiedergeben.*)

---

*) Reports on the Geology of Jamaica, S. 206.

The main source of the Black River is to the westward of Island Estate Works, at which place it issues from a large and deep pool of beautifully clear water holding no sediment in suspension. It receives a large supply of water from the Blue River and Seven River heads, which are situated ata he base of the white limestone; from these sources the water, which is laden with calcareous matter, partly rushes out horizontally, and partly rises. The greater portion of this water joins the Black River at Golden Grove. But some of it, however, sinks after passing Island about half a mile, runs under a limestone hill for fully a mile, and emerges at Union, where, after a subaerial course of one quarter of a mile, it sinks under

Ich habe leider nur von der Eisenbahn aus dieses Bekken beobachten können. Sein Boden ist ausserordentlich flach und soll zeitweise grossen Überschwemmungen ausgesetzt sein. Im südlichen Teile, entlang der Eisenbahn, befindet sich eine etwa 12 *m* über dem Niveau des Beckens ansteigende Terrasse, die stellenweise eine bedeutende Ausdehnung zu haben scheint. Es war mir nicht möglich festzustellen, ob dieselbe Terrasse auch im Durchbruche des Black River sich befindet, ob sie erst seit der Aufschliessung des Poljes, oder noch während es nur karstweise entwässert wurde, entstand.

Das Becken von Appleton liegt etwa 140—150 *m* über dem Meeresniveau, ist etwa 10 *km* lang in der Richtung von Union bis westl. von Appleton, bis 6 *km* breit in der Richtung Süd-Nord und bedeckt eine Fläche von ca. 48 $km^2$. Es ist sicher ein noch später als das St. Thomas-in-the-Vale aufgeschlossenes Polje.

## Das Polje »Queen of Spain's Valley«.

Die Eisenbahnstrecke von Appleton bis gegen Montego Bay durchsticht ein sehr interessantes mannigfaltiges Gebiet und gewährt auch eine Übersicht über ein weites Kalk- und Karstgebiet. Eine nähere Beschreibung der geologisch wichtigsten Partien bietet R. T. Hill.

---

the Nassau Mountains to again emerge at the Bogue. The water issuing from the cave called Mexico Gulf is turbid and laden with débris. One curious fact in connexion with this river is that it very often flows for a few hours only in the day, whilst the One Eye or Oxford River is running steadily and contsantly into the opposite end of the cave at Wallingdfrd. Some distance within the cave there is a barrier of rock, which only allows the water to pass when a sufficient quantity comes to overflow it; hence after showers of rain this condition is attained. When the water in the cave is lower than the summit of the barrier it must find an egress at the Seven and Blue River heads. The Black River has no falls until it reaches Appleton; from this on there are numerous sligth cascades of a few in heigth down to Maggoty, at which place as well as above Breadnut Valley there are some fine and picturesque falls. This river is navigable to large boats from its mouth to Barton, and one of its branches is navigable up to Elind.

Von Montego Bay habe ich die Tour in das »Queen of Spain's Valley«-Becken unternommen, welches ein in Auflösung begriffenes Karstpolje ist. Von Montego Bay fährt man östlich auf einer Strasse, die den nördlichen Teil des Montego River-Stromgebietes durchmisst. In seinem Unterlaufe bricht sich der Fluss in einem Karsthochlande durch, sein oberes Einzugsgebiet liegt jedoch auf einem, als Denudationsfenster von der nur in Relicten, Témoins erhaltenen Kalkdecke entblössten, älteren Gebirge der »Trappean Series« oder »Cretaceous Conglomerates and Tuffs« nach R. T. Hill. Östlich von Adelphi übersteigt der Weg die oberflächliche Wasserscheide zwischen Slippery Gully, dem nördlichen Zuflusse des Montego River und dem Becken »Queen of Spain's Valley«. Die Wasserscheide liegt etwa 130 *m* über dem Meere in einem trockenen seicht verkarsteten Tale, nicht weit westlich von hier bricht eine starke Karstquelle unter Kalkfelsen empor, die wahrscheinlich auch von einem Teile des Poljes den unterirdischen Abfluss bildet. Von der Wasserscheide steigt man ab bis auf etwa 110 *m* und schon im Polje selbst fährt man an einem Teiche vorbei, der künstlich eingedämmt ist wahrscheinlich auf der Stelle eines natürlichen Tümpels. Ein seichter Wasserlauf auf der rechten Seite des Weges entfernt sich in der Südostrichtung aus der Sicht. Ich bin bis Gales Valley gefahren, dort von den über das Polje aufragenden Kalkhügeln Umschau gehalten, dann über York nad Deeside, an Weston Fowle entlang gegen Wakefield, dann über Phoenix nach Gales Valley, weiter über Hampden und der nördlichen Umrandung des Poljes entlang nach Dumfries und wieder über Adelphi zurückgefahren.

Das Polje ist vollkommen flach bis auf die inselartig aus demselben herausragenden Hügel, die von der ununterbrochenen Fläche des nördlichen Teiles des Polje, zwei einst selbständige Einbuchtungen im Süden von Gales Valley teilweise abschnüren. Es war früher berühmt wegen seiner jetzt verfallenen Zuckerplantagen, die grossangelegte Bewässerungswerke erforderten.

Das Polje ist durch Angliederung von früher selbständigen kleineren Karstwannen gewachsen und es kann nach den Beschreibungen des »Survey«-Geologen geschlossen wer-

den, dass früher auch weiter östlich ähnliche Karstwannen ebenso eng mit dem Polje zusammenhingen, die sind jedoch schon von der rückschreitenden Erosion der Zuflüsse des Martha Brae Rivers einbezogen worden, und die zu diesem normalen Stromgebiete abfliessenden Quellenarme brechen schon Breschen in die niedrige und unvollkommene Umrandung des Poljes selbst, besonders im Süden bei Deeside und östlich von Wakefield.

Das Polje von »Queen of Spain's Valley« hat eine Fläche von ca. 35 $km^2$, seine Länge in der West-Ost-Richtung beträgt etwa 7 *km*, die Breite in der Nord-Süd-Richtung 5—7 *km*, die Höhe 100—120 *m*. Die Umrandung des Poljes ist niedrig, nur südwestlich von York ist sie höher (Cut Throat Hill) und besteht da aus älterem Gebirge, während auf anderen Seiten überall »White Limestone« ansteht und auch die inselartigen Hügel im Polje selbst bildet. Das Alluvium, das den überaus ebenen Boden des Poljes bedeckt, besteht teilweise aus den Schottern und Sanden der »Trappean Series«, meistens jedoch aus Terra rossa-artigem Gebilde, das eher als alluvial gelten kann und stellenweise grosse Tiefe erreicht, da die ziemlich tiefen natürlichen und künstlichen »Ponds« ziemlich häufig sind. An fliessendem Wasser ist die Poljenfläche arm, es scheint jedoch früher anders gewesen zu sein, bevor sich die normalen Stromgebiete des Montego River im Westen und des Martha Brae im Osten und Süden noch in grösserer Entfernung befanden und das gegen das Polje zu entwässerte Karstgebiet noch grösser war. Mit Alluvium ausgefüllte Ponore, die gewiss lange ausser Tätigkeit sind, breite, flache jetzt trockene Flussbette geben davon ein sicheres Zeugnis ab.

Von den künstlichen »Ponds« ist ein Teich in der Nähe von York sehenswürdig, der von zwei Quellen gespeist wird und eine Fläche von 3—4 *ha* bedeckt. Von hieraus wird in einem steinernen Aquaeduct ein Teil des Wassers gegen Weston Fowle geführt, das andere fliesst gegen Süden ab zu tief eingeschnittenen von Bambusdickicht verwachsenen Einschnitten der Quellarme des Roaring River, Nebenfluss des Martha Brae River. Östlich von Deeside gibt es keine merkliche Wasserscheide gegen Greenvale. Südlich von Deeside

sind schon tief eingeschnitten die Quellarme des normalen Flussgebietes. Östlich von Wakefield und Phoenix nur kleine Inselhügel und kurze Rücken ragen etwas über die ebene Fläche auf, Überreste der früher gewiss zusammenhängenden Umrandung. Auch im Norden von Hampden beträgt die Höhe des Kalksteinrückens nur 20—30 *m* über der Poljenfläche und nur allmählich wird er höher gegen Westen.

## Spuren der alten Täler, das Polje von Whitney.

Schon den »Survey«-Geologen war es auffällig, dass das Karstplateau Jamaica's einige Tiefenlinien aufweist, die jetzt verkarstet und hydrographisch ohne Bedeutung sind, jedoch in ihrem grossen Profile-Formen echter alter Täler verraten.*) Wir haben die tief verkarstete Talung, welche von Luidas Vale gegen Norden führt und deren wahrscheinliche Fortsetzung in der Umgebung von Moneague, über das Rio Hoe Becken nordöstlich etwa zum White River zu suchen ist, kennen gelernt. Weniger ausdrucksvoll und auch weniger bekannt sind zwei anderen Tiefenlinien, welche von der Mitte der Insel zur Nordküste führen: eine von Lowe River Basin und Ulstern Spring nordwärts, die andere von Spring Garden gegen das Stromgebiet des Martha Brae River zu. Die beiden sind auf der Isohypsenkarte R. T. Hill's nicht ersichtlich, ich konnte jedoch ihr transversales Profil von der Ferne aus wahrnehmen und bin überzeugt, dass man sie bei näherer Vermessung der Insel wird feststellen können. Eine andere

*) Reports on the Geology of Jamaica, Parish of Manchester by Chas. B. Brown. S. 165.

»At Porus a small level flat occurs 450 feet above the sea; from which place to Oxford the parish is traversed by an extensive valley, the high lands from Williamsfield, Guy's Hill, Timbuctoo and Greenland sloping down to form a south-eastern boundary, while the great continuous ridge of the Mile Gully Mountain through Bethany and Ballynure, together with that of the Blue Mountain, forms its north-eastern limits. A large and almost level plain at Oxford, 670 feet above the sea terminates this valley.«

Die Geltung dieser Bemerkung von Chas. B. Brown ist allerdings dahin zu korrigieren, dass Oxford Valley nicht mehr zu diesem Talzuge gerechnet werden kann, da es viel tiefer und in einer anderen Abdachungsrichtung gelegen ist.

Tiefenlinie führt gegen Westen zu und sie ist durch das Becken des unteren Hector's River, des Oxford Polje, das Becken von Appleton charakterisiert. Sie kommunizieren unterirdisch, was allerdings grundsätzlich mit der Morphologie der Oberfläche wenig zu tun hat, jedoch alte verkarstete Talboden verknüpfen sie auch oberflächlich zu einem einst zusammenhängenden Tale. Die jetzige Wasserscheide des Hector's River und der nach Norden entwässerten Becken der »Black Grounds« ist niedrig, viel niedriger als das die Denudationsfenster des alten Gebirges umgebende Karsthochland, jedoch dieser Umstand wird durch den viel rascheren Verlauf des Erniedrigungsvorganges an dem intensiv zerfurchten älteren Gebirge zur Genüge erklärt.

Die am besten konservierte Talform ist diejenige, welcher die Eisenbahn von Porus nordwestwärts folgt. Es ist das ein breites, verkarstetes Tal, dessen Boden von etwa 100, unterhalb Porus bis über 400 *m* bei Green Vale steigt. Das Tal ist jetzt verkarstet, kein fliessendes Wasser durchbricht die Felsenriegel der kleinen Karstwannen auf seiner Sohle, es sind bis jetzt auch keine direkten Spuren früherer Flusstätigkeit in demselben konstatiert worden, jedoch die morphologische Entwicklung der Insel zwingt zu der Annahme, dass es sich hier wirklich um ein altes Flusstal handelt, welches durch das Verkarstungsprozess grossen Veränderungen unterzogen wurde. Hill und auch Spencer sind durch selbständige eingehende Studien der Insel und des ganzen amerikanischen Mittelmeeres zu der Überzeugung gelangt, dass das Kalkplateau Jamaica's und damit natürlich auch die Insel im oberen Tertiär viel grösser war als jetzt und erst später durch Brüche und Senkungen auf ihre jetzige Grösse beschränkt wurde. Das junge Karstplateau konnte nicht gleich unterirdisch entwässert werden, die Klüftigkeit des Gesteines war noch nicht so stark entwickelt, um die tropischen Regenmassen aufzunehmen, ein grosser Teil des auf die Oberfläche der Insel fallenden Wassers musste normal zum Meere abfliessen und so wurden diese alten Täler geschaffen. Später beim Einbruch der äusseren Inselteile wurde die Küste näher verlegt, durch die Näherverlegung der Erosionsbasis wurde die Neigung zur vertikalen, karstweise Entwässerung gefördert und die Ver-

karstung der alten Talzüge setzte ein und hat sich den lokalen Verhältnissen entsprechend in verschiedener Weise und in ungleichem Masse geäussert.

Von Porus aus habe ich eine Exkursion in das kleine Whitney River Polje unternommen. Der Weg steigt nördlich von Porus steil bis auf 400 *m* auf breitem Karstrücken, welcher dann in der nordöstlichen Richtung flächer zum Whitney River Polje abfällt. Nördlich von der Stelle, wo der Weg den Rücken kreuzt, steigt die Höhe der westlichen Poljenumrandung, im Süden jedoch ist sie nur etwa 30 *m* niedriger und eine Karstmulde mit vielen Dolinen und »Sinks« bildet die Fortsetzung des Poljes in dieser Richtung. Die Sohle des Poljes liegt um *ca* 60 *m* tiefer als die höchste Stelle des Weges, also 340 *m* über dem Meeresniveau, seine Fläche misst etwa 3 $km^2$, bei mehr als 1 *km* Breite in dem breiteren südlichen Teile. Die ebene Fläche des Poljes ist mit üppigen Plantagen von Bananen und Kakao bedeckt, das Wasser des vom Norden hereinfliessenden Whitney River wird künstlich zur Berieselung benützt und verschwindet in wenig deutlichen Felsspalten am Südrande des Poljes. Die Sohle des Poljes ist von einer mächtigen Schicht Alluvium bedeckt, welches roth bis chokolatbraun ist und meistens von der hereingeschwemmten Terra rossa herrührt. Die Kalkbänke, welche die umgebenden Rücken bilden, lassen ein sehr mächtiges Residuum von Terra rossa zurück. Da im Oberlaufe des Whitney River kein Aufbruch des älteren Gebirges wahrgenommen wurde, kann man schliessen, dass diese starke Terrarossabildung zu der Ausbildung des oberflächlichen Laufes des Whitney River Anlass gegeben hat.

Eine Exkursion habe ich auch in das Aufbruchgebiet von Clarendon unternommen und auch das Tal des Pedro River, welcher als Karstfluss seinen Lauf im Ponor westlich von Luidas Vale endet, besucht, da jedoch diese Gegend nicht mehr in den Bereich des Karstes gehört, war sie nur eine Orientationstour, welche für diese Studien nicht von Belang ist, da es mir durch bedauernswerten Zufall unmöglich gemacht wurde die Grenze des oberflächlich entwässerten Gebietes und der Savannah's in der östlichen Umgebung des Cave River Poljes, sowie das Rätsel des grossen Morastes zu erforschen.

## Allgemeine Schlussfolgerungen.

Meine Reise durch das Karstgebiet Jamaica's umfasst bei ungefähr 350 *km* Länge, die Eisenbahnfahrten nicht mit eingerechnet, einen grossen Teil desselben und wurde so gewählt, um eine möglichst grosse Anzahl von Karstpoljen und die im anderen Stadium der Entwickelung befindlichen »Interior Valleys« zu sehen. Die Untersuchungen über die Poljenbildung waren der Hauptzweck meiner Reise und in dieser Beziehung glaube ich recht wertvolle Resultate gesammelt zu haben. Was die hydrographischen Fragen des Karstes anbelangt, habe ich nicht viel erreichen können, da der hydrographische Beobachtungsdienst in Jamaica noch überhaupt nicht besteht und die Nachrichten, welche ich im Stande war zu sammeln, sind nur sehr allgemein und unsicher gehaltene Mitteilungen von Privatleuten, welche kein Kalendarium führen und wenig Interesse an der Sache selbst besitzen.

Bis auf einige Stellen kann ich in denselben Sätzen meine Erwägungen über die morphologische Entwickelung des Karstgebietes von Jamaica resumieren, wie es auf dem IX. Internationalen Geographen-Kongresse in Genf vor 6 Jahren geschah.

Das Kalkplateau hat allem Anscheine nach wenig orogenische Störungen erlitten; es ist nur in der Mitte der Insel längs der Hauptaxe derselben in der Richtung W.-E. sanft gehoben und die Schichten fallen allgemein unter sehr flachem Winkel nach N. und S. ein; es kommen allerdings lokale Ausnahmen vor, die zeigen jedoch wenig Verbreitung und grosse Unregelmässigkeit, so dass sie nur als Folge einer Gleichgewichtsstörung verursacht durch fortgeschrittene chemische Zersetzung der Unterlage erscheinen. Es durchlaufen jedoch zahlreiche tektonische Linien das ganze Gebiet und zwar vorwaltend in den Richtungen W.-E. und NNW.-SSe. bis N.-S. — Dieselben haben den geologischen Aufbau der Insel sehr wenig beeinflusst, bilden jedoch Leitlinien der morphologischen Entwickelung der Oberfläche, indem sie als leichtere Angriffspunkte die Wirkungen der chemischen Erosion im Karstgebiete bestimmt haben. Dass diese zwei Richtungen in der Anordnung der Karstwannen vorwalten,

zeigt sich besonders klar in der eigenartigen Karstlandschaft Jamaica's, in der sogenannten »Cockpit country«, wo die Karstmulden, blinden Täler und Dolinenreihen in beiden Richtungen verlaufen, fast unter rechtem Winkel sich kreuzen und das ursprüngliche Plateau in ein Gewirr von stumpfen, schroff abfallenden Hügeln oder kurzen gezackten Rücken zerteilen.

In das Karstplateau Jamaica's befinden sich auch viele echte Poljen eingesenkt, deren Vorkommen, da es dem Kalkplateau an durchgreifenden grossen tektonischen Störungen mangelt, von einer besonderen Wichtigkeit für das Problem der Poljenbildung ist. Im Einklange mit den Ausführungen Robert T. Hill's halte ich dafür, dass dieselben vorwiegend durch die chemische Erosion ausgehöhlt worden sind und keineswegs tektonische Senkungsfelder darstellen. Der Werdegang eines Poljes, wie ihn Cvijić in seinen Studien über die Karstpoljen Bosniens und der Herzegovina entwickelt hat, passt vorzüglich für den jamaicanischen Karst.

Als »Interior Valleys« werden in Jamaica nicht nur die echten Poljen verstanden, der Ausdruck bezeichnet keinen speziellen morphologischen Typus, sondern es werden unter demselben auch die Karstmulden (»Uvalas«) und sogar auch die »offenen« oder »aufgeschlossenen« Poljen, nämlich diejenigen, welche schon durch oberflächliche Flüsse entwässert werden, verstanden. Es geschieht so mit Recht, denn die Poljen stellen nur ein Stadium in dem geographischen Zyklus eines Karstgebietes dar. Der jamaicanische Karst bietet eine Menge ganz klarer Beispiele zur Entwicklung und Zerstörung eines Poljes, welche umso typischer sind, da sein tektonischer Bau so einfach ist. Es gibt viele breite Kartmulden mit leichtwelligem Boden, dem nur noch die Einebnung fehlt (Rio Hoe Becken); manche Poljen werden in den zwei genannten Richtungen von Dolinenreihen fortgesetzt, welche sich zum Poljen so angliedern, dass nur kleine Felszacken wie Erosionsüberreste über die ebene Fläche sich emporheben (das Becken von Spring Garden und das Polje von Whitney). Bei einigen Poljen (Queen of Spain's Valley, Cave River Valley) kann man das Verwachsen einiger Karstmulden zu einem Polje klar feststellen.

Nur ein Teil der Poljen befindet sich in dem Reifestadium ihrer Entwicklung (Luidas Vale, Whitney Valley), wo der Fluss nur ein sehr flaches Bett besitzt und zur Einebnung der Poljen beiträgt; viele sind schon im Stadium des Verfalles, da die Flüsse sich ein tiefes Bett in die Ebene eingeschnitten haben und dieselbe wieder von neuem an eine unruhige, wellige Fläche bildet (Oxford Valley, Cave Valley).

Überhaupt befindet sich die morphologische Entwicklung des jamaicanischen Karstgebietes in einem stark fortgeschrittenen Stadium des geographischen Zyklus. Nicht nur war das Kalkplateau früher viel ausgedehnter, sodass es bis über die Umrisse der heutigen Insel hinausreichte, sondern es wird das Gebiet der unterirdischen Entwässerung immer kleiner, da die direkte oberflächliche Drainage immer weiter um sich greift.

Die grössten und schönsten Poljen der Insel haben schon ihre hydrographische Eigenart eingebüsst, da ihr Abfluss in einem offenen, tiefen und schmalen Kañontale sie verlässt (St. Thomas-in-the-Vale, Appleton Valley), andere verfallen allmählich demselben Schicksal — ihre Umrandung ist schon an einer oder mehreren Stellen abgetragen (Queen of Spain's Valley) — oder es teilt sie nurmehr ein schmaler, von tiefen Dolinen besäeter Rücken von dem oberflächlichen Einzugsgebiete der normalen Flüsse (Oxford Valley).

Dass die morphologische Entwicklung des Karstgebietes in Jamaica sich in einem stark fortgeschrittenen Stadium befindet, bezeugt auch die Tatsache, dass die anhaltenden, reichen Regengüsse der tropischen Regenzeit nie grössere, andauernde Überschwemmung der Poljen verursachen.

Entschieden sind die unterirdischen Hohlräume schon so beträchtlich, dass sie imstande sind, grosse Wassermassen ohne namhafte Stockung in kurzer Zeit überwältigen zu können. Ich halte diesen Zustand für ein spätes Stadium in der Entwicklung der Karsthydrographie. Die Karstwassertheorie, wie sie A. Grund in seiner »Karsthydrographie« gegeben hat, kann meiner Meinung nach nur für die praematuren Stadia in der morphologischen Entwicklung eines Karstgebietes Geltung besitzen, später weicht das einheitliche Karstwasser immer mehr den zusammenhängenden Wassersträngen, welche

in tektonisch prädisponierten Richtungen entstehen und zusammenhängende Hohlräume schaffen.

Es wurde namentlich von den »Survey«-Geologen angenommen, dass der Boden der meisten Poljen bis zur Oberfläche des Grundgebirges eingesenkt ist, das trifft jedoch bei einigen, die ich untersucht habe, nicht zu. Die Konglomerate, welche da irrtümlich für ältere Bildungen gehalten werden, sind jünger als das Kalkplateau, bilden vielmehr Terrassen in den Poljen und entsprechen wahrscheinlich der Kingston-Formation R. T. Hill's. Scharf ausgeprägt haben sich zwei solche Terrassen im zentralen Polje Jamaica's, im Luidas Vale, erhalten, weniger schon im Oxford Valley, in den anderen Poljen, die ich untersucht habe, findet man nur unsichere Andeutungen derselben.

Neu für die Wissenschaft ist der eigenartige Typus der Karstlandschaft, welchen man in Jamaica »Cockpit Country« nennt und welcher auf Java als »Goenoeng Sewoe« oder »Poentoek Sewoe« erscheint. Seine nähere Charakterisierung in verschiedenen Stadien der morphologischen Entwickelung werde ich im zweiten Teile »Der Karststudien in den Tropen«, welcher meine Studien in Java enthalten wird, wiedergeben.

---


JAMAICA.
Scale of Statute Miles:
0 5 10 15 20
ZEICHENERKLÄRUNG:
Grenzen der Parishes.
Eisenbahnen.
J.V. DANEŠ's Route.
HANOVER
WESTMORELAND
ST JAMES
TRELAWNY
ST ANN
ST ELIZABETH
MANCHESTER
CLARENDON
ST CATHERINE
ST MARY
ST ANDREW
PORTLAND
ST THOMAS
MONTEGO BAY
FALMOUTH
Adelphi
Hampden
Hampshire
Clark Town
Dry Harbour
BROWNS TOWN
Ocho Rios
Retreat
PORT MARIA
Hampstead
Albany
ANNOTTO BAY
Highgate
Moneague
Claremont
Cave Valley
Ulster Spring
Albert Tn
Troy
Montpelier
Cambrige
Catadupa
Chester Castle
Negril
Darliston
Ipswich
Appleton
Balaclava
Christiana
Spaldings
Bluefields
Mile Gully
Santa Cruz
Kendal
MANDEVILLE
Williamsfield
CHAPELTON
Porus
Spur Tree
Malvern
Watson's Hill
Clarendon Park
Four Paths
May Pen
Milk River Bath
Alley
Salt River
Old Harbour
Old Harbour Bay
Bushy Park
Grange Lane
Hartlands
SPANISHTOWN
Guanaboa Vale
Bog Walk
Linstead
Ewarton
Luidas Vale
Troja
Richmond
Red Hills
Constant Spring
Gordon Town
Halfway Tree
KINGSTON
Port Royal
Cedar Valley
Yallahs Hill
Bath
Bowden
Manchioneal
Moore Town
Spring Hill
Dee Side
COCKPIT COUNTRY
COCKPITS
Bull Head Mtn
Black R.
Cabarita R.
Great R.
Montego R.
Rio Cobre
HEALTHSHIRE HILLS
18°
18° 30'
78°
77° 30'
77°
76° 30'

XXI.

# O zvláštním druhu konstrukcí.

Napsal **B. Bydžovský.**

(Předloženo v sezení dne 19. června 1914.)

1. Obecná úloha geometrická $n$-ho stupně definuje $n$ elementů; z ní lze odvoditi úlohu definující jen $m$ ($< n$) z těchto elementů, je-li možno z rovnice $n$-ho stupně, jíž je úloha analyticky vyjádřena, výkony racionálními odloučiti činitele stupně $m$-ho. To pak lze učiniti v podstatě ve třech případech:

*a)* Je-li známo $n - m$ kořenů rovnice.

*b)* Je-li dána jiná, po případě několik jiných rovnic, o nichž je známo, že mají s rovnicí danou celkem $m$ kořenů společných. V jistém smyslu je zvláštním toho případem případ předchozí.

*c)* Je-li dána jiná rovnice, po případě několik jiných rovnic, o nichž je známo, že mají s rovnicí danou společných celkem $n - m$ kořenů.

Tomu odpovídají tři druhy zjednodušených konstruktivních úloh:

*a)* Z $n$ elementů definovaných geometrickou úlohou jest jich známo $n - m$; jest sestrojiti zbývajících $m$.

*b)* Jest dána jiná, po případě několik jiných geometrických úloh, a jest známo, že těmto úlohám vyhovuje celkem $m$ elementů určených původní úlohou; jest je sestrojiti.

*c)* Jest dána jiná, po případě několik jiných geometrických úloh, a jest známo, že

těmto úlohám vyhovuje celkem $(n - m)$ elementů určených původní úlohou; jest sestrojiti zbývajících $m$.

Pro $m = 1$ resp. 2 obdrží se tak úlohy řešitelné pravítkem, resp. pravítkem a kružítkem.

Konstrukce typu *a)* vyskytují se často v projektivní geometrii; naproti tomu mi není známo, že by bylo kdy bývalo výslovně upozorněno také na úlohy typu *b)* a *c)*, jež jsou theoreticky stejně oprávněné a obecnějšího rázu než úlohy typu *a)*. Provedu některé úlohy těchto druhů; budou to skoro vesměs úlohy, jež se obdrží zjednodušením základní úlohy 4. st., totiž určení průsečíků dvou kuželoseček.

2. Nejjednodušší úloha typu *b)* jest sestrojení samodružného elementu, společného dvěma soumístným projektivnostem. Mysleme si obě projektivnosti v řadě bodové na kuželosečce. Sestrojíme direkční osy obou těchto projektivností, t. j. přímky, obsahující samodružné body projektivností. Ježto obě projektivnosti mají jeden samodružný bod společný, protnou se obě osy na kuželosečce; průsečík obou řeší tedy úlohu. Je pak hned viděti, jak by se lineárně sestrojily také zbývající dva samodružné body.

Tato úloha vede ihned ke konstrukci jednoho průsečíku dvou kuželoseček, o němž je známo, že leží na dané přímce. Obě kuželosečky indukují na přímce dvě involuce, jež mají jeden samodružný bod společný; ten se sestrojí lineárně dle předchozího.

Je-li známo, že na dané přímce leží dva průsečíky dvou kuželoseček, pak se tyto průsečíky ovšem sestrojí kvadraticky; ale také zbývající dva lze sestrojiti kvadraticky nezávisle na prvých dvou; běží jen o to, sestrojiti jejich spojnici, což se stane lineárně užitím základních vlastností svazku kuželoseček. O tom není třeba se šířiti.

3. Složitější jsou konstrukce průsečíků dvou kuželoseček v případě, kdy některé z nich leží na třetí kuželosečce. Těmto úlohám předešleme tuto úvahu: zvolme na dvou kuželosečkách $K_1$, $K_2$ po jednom bodu $O_1$, $O_2$, a sestrojme libovolnou kuželo-

sečku $K$ procházející těmito dvěma body. Zvolme na $K$ libovolný jiný bod $O$ a promítněme jej z $O_1$ na $K_1$ do bodu $O'_1$, z $O_2$ na $K_2$ do bodu $O_2'$; svazek kuželoseček ($O_1$, $O_2$, $O_1'$, $O_2'$) vytíná na $K_1$ involuci $i_1$, na $K_2$ involuci $i_2$; středy těchto involucí se sestrojí známým způsobem lineárně. Je snadno nalézti svazek kuželoseček, jenž vytíná na $K_1$ tutéž involuci $i_1$ a k jehož basi náležejí body $O_1$, $O_2$, $O$; čtvrtý bod této base $O_1''$ leží ovšem na $K_1$. Právě tak se nalezne svazek kuželoseček ($O_1$, $O_2$, $O$, $O_2''$), jenž na $K_2$ vytíná involuci $i_2$. Prostřednictvím svazku ($O_1$, $O_2$, $O_1'$, $O_2'$) jsou tyto nové dva svazky sdruženy projektivně; *jsou tedy projektivní také obě řady bodové, jež tyto dva svazky vytínají na $K$.*

4. Užitím předchozí úvahy lze řešiti tyto dvě úlohy:

*a)* Jest sestrojiti jeden průsečík dvou kuželoseček, je-li známo, že leží na třetí kuželosečce $K$.

*b)* Jest sestrojiti dva průsečíky dvou kuželoseček, je-li známo, že leží na třetí kuželosečce $K$.

Zvolme na $K$ dva body $O_1$, $O_2$; sestrojme kuželosečku $K_1$, jež náleží do svazku určeného oběma kuželosečkami danými, a prochází bodem $O_1$;[1]) sestrojme kuželosečku $K_2$, jež náleží do téhož svazku a prochází bodem $O_2$. Kuželosečky $K_1$, $K_2$ mají tytéž průsečíky jako kuželosečky dané, tvoří však s $K$ útvar, jaký předpokládá předchozí úvaha. Jestliže $K$ obsahuje průsečík $X$ obou kuželoseček, protne kuželosečka svazku ($O_1$, $O_2$, $O_1'$, $O_2'$), procházející bodem $X$, obě dané kuželosečky v tomto bodu, a obě kuželosečky svazků ($O_1$, $O_2$, $O$, $O_1''$), ($O_1$, $O_2$, $O$, $O_2''$) tímto bodem určené protínají $K$ v témže bodu $X$; je tedy $X$ jeden samodružný bod projektivnosti na $K$, o níž byla řeč v předchozím odstavci. Sestrojme direkční osu této projektivnosti; v případě *a)* se pak úloha převede na první úlohu, v případě *b)* na druhou úlohu o kuželosečkách v odst. 2.

---

[1]) Tato konstrukce provede se lineárně; v. můj článek: »Řešení zvláštního problému projektivnosti a jeho užití« v Čas. pro pěst. math. a fys. roč. XLIII., odst. 3.

5. Značně jednodušeji se řeší úloha: Jest určiti jeden průsečík dvou kuželoseček, je-li známo, že zbývající tři leží na kuželosečce $K$.

Nahradíme opět, jako v předchozím, obě dané kuželosečky jinými dvěma $K_1$, $K_2$, jež s nimi náležejí do téhož svazku a mají s $K$ po jednom známém průsečíku $O_1$, resp. $O_2$. Budiž $X$ hledaný průsečík. Paprsek jím vedený nechť protne $K_1$, $K$ v bodech $M$, resp. $N$; ježto řady bodů $M$, $N$ jsou projektivní, jsou projektivní také svazky, jež se obdrží promítnutím řady bodů $M$ z bodu $O_1$ a řady bodů $N$ z $O_2$. Tyto dva svazky vytvoří kuželosečku, jež prochází body $O_1$, $O_2$ a třemi dalšími průsečíky obou kuželoseček, a je tedy totožna s $K$. Obráceně: libovolný bod kuželosečky $K$ promítněme z $O_1$ na $K_1$ do $M$, z $O_2$ na $K_2$ do $N$; spojnice $MN$ obsahuje bod $X$. Sestrojením dvou takových spojnic je bod $X$ nalezen lineárně.

Předchozích konstrukcí užijeme na několik zajímavých úloh.

6. Jest známo devět bodů kubické křivky racionální; jest sestrojiti její dvojnásobný bod.[2])

Sestrojíme známým způsobem — lineárně — kvadratické poláry tří bodů křivky; tyto tři kuželosečky mají jediný společný bod, totiž právě dvojnásobný bod křivky. Ten se tedy sestrojí lineárně užitím konstrukce 4*a)*.

7. Jest určiti samodružné elementy společné dvěma korrespondencím [1, 2], daným v téže řadě bodové na přímce $p$.

Korrespondenci [1, 2] přeneseme na kuželosečku $K$, jež se dotýká přímky $p$, tím způsobem, že z každého bodu přímky vedeme druhou tečnu ke kuželosečce. Tím se vytvoří na $K$ involuce bodová o ose $i$; současně se sdruží projektivně řada bodů na přímce dané a na ose $i$. Obě tyto projektivní řady vytvoří kuželosečku, jež má s $K$ mimo $p$ společné další tři tečny; jejich průsečíky s $p$ jsou samodružné body korrespondence.[3])

---

[2]) K této úloze byl jsem veden při konstrukci elliptické křivky 6. st., v. mou práci »Konstrukce rovinných křivek šestého st. rodu 0 až 3«, Rozpravy Č. A. tř. II., roč. XXII., č. 46., str. 17., pozn. 10.

[3]) V. o tom podrobně Schroeter: »Die Theorie der ebenen Kurven dritter Ordnung« str. 20.

Učiňme to s oběma korrespondencemi; obdržíme pro každou z nich kuželosečku, právě zavedenou. Jestliže obě korrespondence mají jeden nebo dva samodružné body společné, určí se tyto body jako průsečíky přímky s jednou, resp. dvěma tečnami společnými třem kuželosečkám — ale to jsou úlohy duálné k úlohám odst. 4.

8. J e s t s e s t r o j i t i p r ů s e č í k d v o u k u b i c k ý c h k ř i v e k, o n ě m ž j e z n á m o, ž e l e ž í n a d a n é p ř í m c e.

Obě křivky vytvoří na dané přímce dvě korrespondence [1, 2], jež mají společný jeden samodružný bod; ten se sestrojí dle předchozího. Běží jen o to, sestrojiti obě korrespondence, což se stane lineárně takto: křivka kubická je vytvořena svazkem paprsků a svazkem kuželoseček, jenž je s ním projektivní. Tyto dva svazky vytínají na dané přímce korrespondenci [1, 2], v níž lze lineárně sestrojiti tři trojice bodové, totiž ty, jež přísluší třem rozpadajícím se kuželosečkám svazku. To však právě stačí k určenosti korrespondence. Tuto konstrukci provedeme pro obě korrespondence.

9. Jako příklad konstrukce, jež se redukuje na konstrukci stupně vyššího než druhého, budiž řešena úloha:

Š e s t p r ů s e č í k ů d v o u k u b i c k ý c h k ř i v e k $K_1^3$, $K_2^3$ l e ž í n a d a n é k u ž e l o s e č c e $K^2$; j e s t s e s t r o j i t i z b ý v a j í c í t ř i p r ů s e č í k y.

Sestrojíme lineárně přímku $p$, na níž leží tyto tři průsečíky. Spojme dva body $A$, $B$ kuželosečky $K^2$ přímkou $a$; na té vytíná svazek křivek, určený křivkami $K_1^3$, $K_2^3$, kubickou involuci. Do tohoto svazku náleží také rozpadající se křivka, jež se skládá z $K^2$ a přímky $a$. Sestrojme libovolnou kuželosečku $K$, jež se dotýká přímky $a$; způsobem vyloženým v odst. 8. obdržíme kuželosečku $K_1$, jež se dotýká přímky $a$ a jejíž další tři tečny společné s $K$ protnou $a$ v týchž třech bodech jako křivka $K_1^3$; a kuželosečku $K_2$, mající tutéž vlastnost vzhledem ke křivce $K_2^3$. Obě kuželosečky $K_1$, $K_2$ určují řadu kuželoseček, jež na $K$ vytvoří kubickou involuci tečen, jež přenesena na $a$ dává zmíněnou kubickou involuci, vytvořenou svazkem kubických křivek. Tečna z bodu $A$ vedená ke $K$ určuje jedinou kuželosečku této řady; této kuželosečky dotý-

ká se také tečna vedená ke $K$ z bodu $B$. Čtvrtá tečna, kterou tato kuželosečka má společnou s $K$, protne $a$ v bodu $C$, jenž s $A$, $B$ tvoří jednu trojici kubické involuce. Bod $C$ tedy leží na přímce $p$. Opakujeme-li tutéž konstrukci pro jiné dva body kuželosečky $K^2$, obdržíme druhý bod $C'$ přímky $p$, čímž je tato přímka určena. Její průsečíky s oběma křivkami pak jsou dány korrespondencí [1, 2], již na ní vytvoří kterákoli z daných křivek.

XXII.

# Ueber das Verhalten der Harnsäure zum lebenden Protoplasma von Protozoen.

Von
**Antonín Štolc.**

Vorgelegt in der Sitzung am 19. Juni 1914.

Im Laufe meiner langjährigen Studien über die physiologisch-chemische Tätigkeit des lebenden Protoplasmas der Protozoen wandte ich meine Aufmerksamkeit auch dem Verhalten der Harnsäure zum lebenden Protoplasma der Protozoen zu. Es schien mir dies wichtig mit Rücksicht auf die Rolle, welche die Harnsäure im Stoffwechsel der höheren Organismen spielt. Schon vor einer Reihe von Jahren untersuchte ich das Verhalten von Harnsäurepartikeln, die in den Körper der *Pelomyxa* gebracht wurden. Wenn die Harnsäurepartikeln im Protoplasma der *Pelomyxa* einem Umwandlungsprozess unterliegen, d. h. wenn sie aufgelöst würden und einem Oxydationsprozess unterworfen wären, um noch dem Stoffwechsel zu dienen, würden sich in ihrer Umgebung Vacuolen zeigen, in denen diese Partikeln aufgelöst würden. Es wurde jedoch festgestellt, dass Partikeln der Harnsäure im Protoplasma der *Pelomyxa* unzerstört bleiben, dass sie nicht aufgelöst, sondern unverändert aus dem Körper der *Pelomyxa* ausgeschieden werden.

Zum Beweise wurde ein Versuch folgendermassen vorgenommen:

Aus einem grossen Versuchsglase, in dem Exemplare der *Pelomyxa* gezüchtet wurden, wurden vier Exemplare

herausgenommen und in ein kleines cylindrisches Glasgefäss von 2 *cm* Breite und 1½ *cm* Länge gebracht, welches mit Wasser aus dem grossen Versuchsglase gefüllt wurde. Zu den in dem kleinen Glasgefässe befindlichen Exemplaren wurden Partikeln von Harnsäure gegeben, worauf das Ganze in das grosse Versuchsglas getaucht wurde, wo es 24 Stunden lang verblieb.

Bei der hierauf folgenden mikroskopischen Untersuchung zeigte sich folgender Zustand der Exemplare: Sie sind vollständig unversehrt, ihre Bewegungen und ihr sonstiges Verhalten sind normal, und ihr Protoplasma enthält eine grosse Menge aufgenommener Harnsäurepartikeln. In der Umgebung dieser Partikeln sind keine Vacuolen zu sehen, sie sind vom Protoplasma dicht umschlossen und überhaupt nicht aufgelöst. Die Exemplare wurden nach durchgeführter Untersuchung wieder in dem kleinen Glasgefässe isoliert, und dieses abermals in das grosse Versuchsglas gebracht. Ich sah dann später, dass die Partikeln der Harnsäure aus dem Körper der einzelnen Exemplare ohne jedwede Veränderung ausgeschieden wurden, so dass am Ende des fünften Tages vom Versuchsbeginne an die Exemplare bei der Untersuchung ein von Partikeln der Harnsäure vollkommen freies Protoplasma zeigten.

Aus der hier angeführten experimentellen Beobachtung kann man schliessen, dass die Harnsäure im Protoplasma der Pelomyxa sich wie ein Endprodukt des Stoffwechsels verhält, welches ohne jede Veränderung aus dem Körper der *Pelomyxa* ausgeschieden wird.

In den folgenden Jahren untersuchte ich weiter das Verhalten der Harnsäure zum lebenden Protoplasma der Protozoen, und zwar in ihrer Verbindung mit der Base des Neutralrots. Ich benützte diese Verbindung, um neben einem anderen Zwecke mit Hilfe der Vitalfärbung leichter die Wirkungen der Harnsäure verfolgen zu können. Als Versuchsmaterial benütze ich *Amoeba proteus* und *Spirostomum ambiguum*. Das Hauptresultat der Untersuchung bestand in der Feststellung, dass die Harnsäure die Intensität der

Vitalfärbung und dadurch auch der schädlichen Einwirkung des betreffenden Farbstoffes auf das lebende Protoplasma der Protozoen vermindert.

Die Harnsäure, allein im Wasser aufgelöst, u. zw. in der bei den Versuchen gewöhnlich verwendeten Menge, übt auch bei längerer Einwirkung keinen wahrnehmbaren schädlichen Einfluss auf das lebende Protoplasma der Ciliaten *(Spirostomum ambiguum)* aus.

Die Hauptversuche wurden auf folgende Art vorgenommen: Eine 14 *cm* hohe Eprouvette von 1½ *cm* Durchmesser wurde fast ganz oder bis zu drei Vierteln mit dem Wasser aus der Wasserleitung (Flusswasser, beziehungsweise Quellwasser) gefüllt. Ausserdem wurden in die Eprouvette Kristallnadeln von der Base des Neutralrots gebracht, u. zwar in der Menge einer Federmesserspitze. Dann wurde die Flüssigkeit auf Siedetemperatur erhitzt, bis die Base aufgelöst war und die Flüssigkeit sich gelbbraun färbte. Mit der abgekühlten Flüssigkeit wurden sodann zwei gleiche cylindrische Versuchsgläschen von 7 *cm* Länge und über 1 *cm* Durchmesser (die Gläser *A* und *B*) gefüllt. Die in dem einen der Versuchsgläschen (*B*) enthaltene Flüssigkeit wurde in die Eprouvette gegossen und derselben eine Federmesserspitze Harnsäure beigemengt. Diese Flüssigkeit wurde hierauf zum Sieden gebracht, bis die Harnsäure vollständig aufgelöst war und die gelbbraune Flüssigkeit schön rot sich färbte, was den Beweis liefert, dass eine Salzverbindung der Harnsäure mit der Base des Neutralrots entsteht. Die abgekühlte Flüssigkeit wurde ins Versuchsgläschen *B* zurückgegossen, in beide Gläschen wurde dann eine gleiche Anzahl von aus derselben Züchtung stammenden Versuchsexemplaren von Protozoen gebracht. Die Versuchsexemplare verblieben dann weiter in den Gläschen, nur dass sie in bestimmten Intervallen herausgenommen, auf ein hohles Objektivglas gegeben und untersucht wurden, um sukzessive die Einwirkung der Harnsäure in Verbindung mit der Base des Neutralrots auf das lebende Protoplasma der Protozoen verfolgen zu können.

Als Beweis mag hier der Verlauf von zwei unternommenen Hauptversuchen angeführt werden.

## Versuch I.

In beide Gefäschen (*A* und *B*) wurden je zwei, aus derselben Züchtung stammende Exemplare der *Amoeba proteus* gegeben. Eine Untersuchung nach zehn Stunden ergab folgenden Zustand: Bei den, aus dem Gefäschen *A* herausgenommenen Exemplaren waren die Nahrungsballen stark rot gefärbt, die Vacuolen der Leucinkriställchen waren deutlich gefärbt, während bei den aus dem Gefäschen *B* stammenden Exemplaren bloss einzelne Nahrungsballen schwach gefärbt waren.

Nach weiteren 14 Stunden: Die Exemplare aus Gläschen *A* weisen eine starke intensive Färbung auf, die Exemplare aus Gläschen *B* zeigen nur bei den Nahrungsballen eine schwache Färbung.

Nach Verlauf von weiteren 24 Stunden: In *A* wurde ein Exemplar lebend und stark gefärbt (das Protoplasma, Nahrungsballen und die Vacuolen der Leucinkriställchen) vorgefunden, das zweite Exemplar war tot. Bei den Exemplaren in *B* waren die Nahrungsballen deutlich gefärbt, während die Vacuolen der Leucinkriställchen eine sehr schwache Färbung aufwiesen.

Nach weiteren 24 Stunden: Das im Gläschen *A* zurückgebliebene Exemplar wurde tot gefunden. Der Zustand der im Gläschen *B* befindlichen Exemplare ist normal, die Nahrungsballen derselben sind stark, die Vacuolen der Leucinkriställchen jedoch schwach gefärbt. Eines von den Exemplaren hatte sich geteilt. Im Gläschen wurden nur zwei Exemplare gelassen.

Nach weiteren 25 Stunden, dann wieder nach Ablauf von 24 Stunden: Der Zustand der Exemplare war unverändert. Nach weiteren 48 Stunden: Die im Gläschen *B* gehaltenen Exemplare wurden nicht mehr lebend vorgefunden.

## Versuch II.

In beide Gläschen *A* und *B* wurde eine grössere Anzahl von Exemplaren des *Spirostomum ambiguum* gebracht, die derselben Kultur entstammten. Als die Versuchsexemplare nach Ablauf einer halben Stunde untersucht wurden, war

ihr Zustand folgender: Die im Gläschen *A* gehaltenen Exemplare weisen eine rote Färbung der Nahrungsballen auf, ihr Körper ist im ganzen schwach rot gefärbt. Die im Gläschen *B* befindlichen Exemplare zeigen überhaupt keine Färbung.

Nach Ablauf von weiteren 11½ Stunden: Im Gläschen *A* wurden die Exemplare nicht mehr lebend vorgefunden, im Gläschen *B* waren die Exemplare normal, frisch, nur die Nahrungsballen derselben waren gefärbt.

Nach weiteren 11 Stunden: Im Gläschen *B* sind die Exemplare normal und bloss ihre Nahrungsballen sind, wie früher, gefärbt.

In der Folge wurden die Exemplare drei Tage hindurch immer nach 24 Stunden untersucht, worauf der in dieser Richtung unternommene Versuch abgeschlossen wurde. Die Exemplare wiesen ein normales Verhalten auf, und bloss die Nahrungsballen derselben waren gefärbt. Durch die eben dargestellte Methode fand ich, dass auch andere Purinstoffe die Intensität der schädlichen Einwirkung von Neutralrotbase auf das lebende Protoplasma der Protozoen herabsetzen und zwar in minderem Grade als die Harnsäure. Dies wurde bei den mit *Xanthin* und *Guanin* vorgenommenen Versuchen festgestellt, wobei als Versuchsmaterial *Spirostomum ambiguum* diente.

Auf Grund der oberwähnten Methode stellte ich ferner fest, dass die Harnsäure selbst beim Neutralrot, d. i. beim Chlorhydrat der Base von Neutralrot die Intensität der schädlichen Einwirkung auf das lebende Protoplasma der Protozoen *(Spirostomum ambiguum)* herabsetzt, ebenso bei einer ganzen Reihe von künstlichen, organischen basischen Farbstoffen.

Speziell wurden untersucht folgende Farbstoffe: *Chrysoidin* und *Vesuvin* (Azofarbstoffe), *Fuchsin* und *Methylgrün* (Trifenylmethanfarbstoffe), *Auramin* (Auraminfarbstoffe), *Pyronin* (Pyroninfarbstoffe), *Chrysanilin* (Akridinfarbstoffe), *Methylenblau* (Thiazinfarbstoffe), *Safranin* (Azinfarbstoffe), *Thioflavin* (Thiobenzenylfarbstoffe) und *Cyanin* (Chinolinfarbstoffe).

Schliesslich wurde konstatiert, dass bei Verwendung der angeführten Methode die Harnsäure auch die Intensität

der schädlichen Wirkung (Toxicität) des Alkaloids *Chinin* auf das lebende Protoplasma der Protozoen herabsetzt, wobei als Versuchsmaterial *Spirostoma ambiguum* diente.

Es wäre nicht unangebracht, auf Grund der angeführten Versuche zu erforschen, ob die Harnsäure und verwandte Stoffe die Intensität der schädlichen Wirkung anderer Stoffe auf das lebende Protoplasma der Protozoen herabsetzen. Mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche der Harnsäure im Stoffwechsel höher organisierter Lebewesen zukommt, ist es besonders wichtig zu untersuchen, ob die Harnsäure auch bei solchen die Fähigkeit besitzt, die Toxicität bestimmter auf das Protoplasma der Körperzellen schädlich wirkender Stoffe herabzusetzen.

---

XXIII.

# Nález trilobitů v $d_1\alpha$.

Prof. **Celda Klouček.**

Předloženo v sezení dne 23. října 1914.

O $d_1\alpha$ nejspodnější části BARRANDEOVY etáže $D_1$ nebylo co do příslušnosti jeho dosud ustáleného jednotného názoru. Většina badatelů měla za nepochybno, že $d_1\alpha$ patří ještě k siluru, kdežto někteří, hlavně B. KATZER, čítali $d_1\alpha$ i částečně $d_1\beta$ už ke kambriu. KATZER,[1]) který zastával názor ten se značnou odvahou, vzbudil ale více odporu než souhlasu. Já však sám musím doznati — ač mne důvody KATZEROVY nepřesvědčily a leckteré nesprávné údaje faunistické zarážely — že mně názor sám byl jinak sympatickým. Zvláště po objevu HOLUBOVY fauny Euloma-Niobe, kterážto Tremadocská fauna nalezena dle C. r. PURKYNĚ v horním $d_1\beta$ — zdálo se mně s ohledem na analogické poměry ve Skandinavii, že by aspoň $d_1\alpha$ mohlo u nás znamenati horní kambrium.

Dosavadní chudé nálezy faunistické, skoro vesměs jen brachiopodi, nebyly ještě přísně vědecky zkoumány, ale znamenitý WALCOTT vyslovil se, dle výroku PERNEROVA, že charakter brachiopodů z $d_1\alpha$ se jemu nezdá kambrickým. Jiných nálezů faunistických přímo rozhodujících, jako jsou na př. trilobiti, z $d_1\alpha$ však nebylo a také se na možnost takových nálezů v $d_1\alpha$ ani nemyslelo.

---

[1]) Dr. F. Katzer: Über die Grenze zwischen Kambrium und Silur in Mittelböhmen. Sitzungsber. d. k. böhm. Gesell. d. Wiss. Praha 1900.

Věc vzala však v letošním srpnu nečekaný náhlý obrat!

Po dlouholetém pátrání svém v $d_1\gamma$ začal jsem loni pilně sbírat v $d_1\alpha$ a to hlavně v horní rudé části jeho, předpokládaje, že její jemnější materiál by mohl faunistické zbytky spíše uchovat než hrubozrnná droba spodního $d_1\alpha$. Za loňských prázdnin našel jsem skoro všecky z horního $d_1\alpha$ známé brachiopody i jehlice hub a k tomu ještě malinkého gastropoda co novinku. Povzbuzen tím pracoval jsem s velkou námahou letos dále v $d_1\alpha$ mezi Cerhovicemi a Strašicemi, nejen v lomech, ale i na silničních hromadách štěrkových, pokud pocházely z horního $d_1\alpha$.

A právě tyto hromady silniční přivedly mne na stopu překvapujícího, nikým snad nečekaného nálezu trilobitů v $d_1\alpha$! Našel jsem totiž na jedné hromadě štěrku brachiopoda *Orthis incola Barr.*, po němž jsem už déle marně byl pátral. Při hledání dalším spatřil jsem k velikému úžasu svému na jiném kuse vedle *Orthis incola* malé žebro trilobita.

První moje myšlenka, přiznávám se, nesla se k hornímu kambriu, než už druhý den ukázal se při rozbíjení kusů fragment *Asaphida*, pak *Cheirurida*, druhů to čistě silurských, ovšem vedle fragmentů neklamných *Olenidů*, tedy druhů primordialních.

Ač správné určení nalezených druhů zatím nelze provésti, ježto materiálu mého není dosud s dostatek, a také nelze za nynější doby opatřiti hned srovnávací cizí materiál, je už nyní nepochybno, že v našem $d_1\alpha$ máme faunu smíšenou kambrickosilurskou.

Tudíž je horní a snad i spodní $d_1\alpha$ pravý Tremadoc a to spodní a tím doplněk horního Tremadocu Holubova u Klabavy, který chová mladší faunu Euloma-Niobe.

Objevem mým padají ovšem rázem veškeré pochybnosti, domněnky a spory (Kayser, Wenzel, Brögger, Frech, Katzer, Jahn, Počta, r. Purkyně a j.) o příslušnosti našeho $d_1\alpha$ a vítězí názor W. C. Bröggera, který už 1897 ve svém znamenitém pojednání »Über die Verbreitung der Euloma-Niobe-Fauna« praví, že $d_1\alpha$ i glaukonitické písky v zemích baltských co usazeniny mělčin mořských ozna-

čují dočasné břehy moře za doby fauny *Euloma-Niobe* stejně jako analogické vrstvy v South-Walesu.

Vedle nálezů faunistických potvrzuje správnost Bröggerova názoru i vzezření petrefaktů samých. Jsouť vesměs rozbité, patrně příbojem, vyjma silné a klenuté skořápky druhů Orthis, které bývají po většině celé.

Zbývá ještě pohovořiti o prvotním nalezišti, o vrstvě dotyčné, jejím materiálu petrografickém a o hojnosti výskytu zkamenělin.

Jak praveno, našel jsem první známky naší nové fauny na hromadách silničních. Musel jsem pak dlouho pátrati mezi Cerhovicemi, Strašicemi a Sv. Dobrotivou, než jsem se dopídil příslušného lomu a vrstvy s trilobity v něm.

Vrstva ta je nepatrná, jen asi 20 *cm*, což částečně omlouvá i vysvětluje, že nebyla tak dlouho objevena, a leží asi ve spodní třetině horního $d_1\alpha$. Materiál vrstvy té je světlý, rezavě skvrnitý, křemencovitý a místy dost rozežraný, patrně po železném kyzu. Někdy je i rohovcovitý a přechází ve své horní i dolní části ve známou rudou drobu horního $d_1\alpha$.

Přední zkamenělinou vrstvy té je *Orthis incola Barr.*, což může být pokynem pro všecka místa, kde se objevuje tato Orthis.

Dále vyskytly se dosud 2 nové *Orthis*, několik různých *Discin*, nové *Obolelly*, nová *Cystidea*, *Linguly* a jehlice hub vedle množství fragmentů z trilobitů, z nichž silurské jsou zatím v menšině. Fragmenty ty ukazují aspoň k 8 různým druhům, kterýž počet dalším pátráním se ještě asi rozmnoží.

V Praze, v říjnu 1914.

## Trilobitenfund in $d_1\alpha$.

Prof. Celda Klouček, Prag.

Resumé des böhm. Textes.

Die seit langer Zeit offene Frage, ob $d_1\alpha$ das unterste Glied der Barrandeschen Etage $D_1$, noch zum Kambrium

oder bereits zum Silur zu zählen sei, ist im diesjährigen Sommer unerwartet und definitiv gelöst worden.

Der Autor hat nach längerem und schwierigem Forschen in den Fundorten $d_1\alpha$ speciell in der weiteren Umgebung von St. Benigna, Südwestböhmen, das überraschende Glück gehabt in einem $d_1\alpha$ - Steinbruch eine kaum 20 *cntm.* starke Schicht zu finden, welche eine Menge der seltenen *Orthis incola Barr.* und zugleich, zu seinem größten Erstaunen, auch Fragmente von Trilobiten führt.

Diese Steinschicht liegt im unteren Drittel der braunroten Grauwacke des oberen $d_1\alpha$, ihr Material ist jedoch eher quarzitisch, von heller rostiger Farbe und geht, noch in der Schicht selbst, nach oben und unten in die erwähnte Grauwacke über. Stellenweise ist das Material porös, stellenweise hornsteinartig.

Die bisjetzt gefundenen Trilobitenreste vertreten etwa 8 verschiedene Arten, darunter *Oleniden, Asaphiden* und *Cheiruriden.*

Es ist somit eine Übergangsfauna von kambrisch-silurischen Mischung, welche zweifellos beweist, daß $d_1\alpha$ wenigstens in seinem oberen Teil und wahrscheinlich auch in dem concordanten unteren, als Tremadoc zu gelten hat und zwar als unteres oder älteres Tremadoc, nachdem vor einiger Zeit K. Holub bei Rokycany, Südwestböhmen, in $d_1\beta$ die jüngere *Euloma-Niobe-Fauna* entdeckt hatte.[1])

Demnach hat die Ansicht W. C. Bröggers gesiegt, der in seiner meisterhaften Abhandlung »Über die Verbreitung der Euloma-Niobe-Fauna« bereits 1897 annimmt, $d_1\alpha$ sei als Seichtwasserablagerung das zeitweilige Ufer des *Euloma-Niobe-Meeres* in Böhmen, was ja auch mit den, wol durch den Uferwellenschlag, durchwegs zertrümmerten Trilobitenresten übereinzustimmen scheint.

Es wäre noch anzuführen, daß die kambrischen Fragmente der Zahl nach bisjetzt die silurischen überwiegen, doch

[1]) K. Holub im Bulletin internat. de l'Academie des Sciences de Bohême, 1911 und 1912. »Neue Fauna in der Gegend von Rokycany« und »Ergänzungen«.

wird das wirkliche Verhältnis durch weiteres Forschen erst festgestellt, sowie die Bestimmung der einzelnen Arten ermöglicht werden können.

Zuletzt noch eine Bemerkung. Sind nach diesem überraschenden Fall die analogen baltischen und southwalesschen Sedimente wirklich durchaus trilobitenlos?

Prag im Oktober 1914.

XXIV.

# Vývoj křídel hmyzu.

Rudolf Klečka.

(Práce ze zoologického ústavu české university.)

(S 23 obrazci v textu.)

(Předloženo v sezení dne 23. října 1914.)

## Materiál a mikroskopická technika.

Ku práci této použito bylo za příčinou srovnávání různého materiálu insectů. Praeparovány byly zejména larvy některých Orthopter, Plecopter, Ephemeroideí, Trichopter, Lepidopter, Dipter, Coleopter, Hymenopter a Rhynchot, z těch pak vybral jsem si jednak za typické formy sloužící, jednak pro snadnější mikrotechnické zpracování hlavně skupiny Hymenoptera a Homoptera, skupiny to s rozdílnou metamorfosou, a z těchto opět vyvolil jsem si k pozorování některé jejich vhodné zástupce.

Z Hymenopter dobře hodily se mi larvy Cynipidů, jmenovitě *Rhodites rosae* a jejich parasiti lumci, hlavně rod *Orthopelma*. Kromě toho pozoroval jsem larvy rodu *Cimbex, Lophyrus, Apis*.

Z Homopter zvolil jsem si rod *Psylla* a některé larvy křísů, obzvláště larvy *Aphrophora spumaria* a *Ptyleus lineatus*. Abych obdržel správný celkový obraz vývoje, sbíral jsem na jaře vajíčka *Psyll* na listech snešená (na př. na hrušni) a pěstoval větvičky s takovými listy v nějakém výživném fysiologickém roztoku (Knopův fysiologický roztok).

V pozdějších dobách letních najdou se již na téže rostlině skoro všechna stadia, poněvadž celý jejich vývoj se po celé léto až do podzimka opakuje. Teprve buď s uvadlým listím zacházejí i larvy nebo časné mrazy udělají jejich životu konec.

K mikroskopickému pozorování sbíral jsem hlavně druhy *Psylla pyri, crataegi,* jejichž dospělé larvy jsou však opatřeny hojným chitinem a proto se dají mikrotomem nesnadno řezati; za to lépe hodí se larvy *Psyllopsis fraxinicola, Trioza rhamni, urticae* a *convolvulli,* jež jsou o mnoho měkší a též k totálním praeparátům pro svou průhlednost příhodnější.

Z fixaží použito bylo sublimátu s alkoholem absolutním a s kyselinou dusičnou, Perenyi-ův roztok, samotný 90% alkohol; nejlepších výsledků docílil jsem fixováním směsí Carnoy-ovou po dobu 10, 15—20 min., ba i ½ hodiny.

Takto tedy upravený materiál byl po odvodnění zaléván jednak přes cedrový olej a carbonium tetrachloratum, jednak přes xylol asi do 45° parafinu.

K barvení řezů užíval jsem různých barviv, z nichž dobře osvědčil se Van Gieson, Ehrlich-eosin, Heidenhein; nejjemnějšího a nejkrásnějšího zbarvení docílil jsem však barvením brasilinem, který se vůbec nejlépe hodí na kolorování arthropodových praeparátů, a jehož jsem později také výhradně užíval. Dobarvovati plasmatickými barvivy po brasilinu jest také možno, než není toho obyčejně třeba, poněvadž klidnost měkkých tónů distinktního zbarvení brasilinem předčí někdy zbytečné a nehezké dobarvování.

Podle methody, kterou mi laskavě sdělil p. prof. Dr. F. Vejdovský, počínal jsem si při barvení brasilinem asi takto:

Praeparáty na podložních sklíčkách přilepené nechal jsem v 70% alkoholickém nasyceném roztoku ferriamoniumsulfátu více než 10 min. (někdy i ½ hodiny, jak toho potřeba vyžadovala), pak jsem praeparát vyňal, opláchl 70% alkoholem a přenesl do 0·5% roztoku brasilinu v 70% alkoholu. Tu možno nechat řezy až se potřebně zbarví, anebo po jedné hodině opět dáti do roztoku kamence, kdež se řezy differencují. Kontrola diferencování se děje pod drobnohledem.

Když byl brasilin kamencem z praeparátu podle potřeby vytažen, opláchnou se řezy 2—4krát absolutním alkoholem a pomocí xylolu uzavrou se do kanadského balsámu. Tímto způsobem, provádí-li se správně, docílí se překrásných zbarvení a překvapujících výsledků. Nezdaří-li se zbarvení po prvém pochodu, třeba moření v kamenci opětovati.

Na totální praeparáty dobrých výsledků podávalo barvení alkoholickým i vodnatým boraxkarmínem a pikrokarmínem. Za účelem pozorování tracheálného systému a vstupování tracheí do křídel uzavíral jsem živé larvy Psyllopsis fraxinicola do glycerinu, kde pak bylo možno sledovati trachee do nejjemnějších větviček rozvětvené.

Zalité praeparáty byly řezány od 4—8 $\mu$ a praeparáty řezů kresleny byly Reichertovskou kreslicí komorou při různém zvětšení od 100—2000; totální praeparáty, jejichž kontury byly kresleny též pomocí komory, pozoroval jsem při malém zvětšení od 80—150.

Objektivů používáno bylo Reichertovských, zejména 3, 7a, homogenní immerse $^1/_{18}$; z okulárů 1, 3, 5 a ku měření velikostí mikrometrického okuláru č. 3. Živé objekty pozoroval jsem pod binoculárním mikroskopem Greenoughtovým.

---

Na tomto místě naskytá se mi příležitost, abych vzdal upřímné díky slovutnému pánu prof. Dr. Frant. Vejdovskému, řediteli zool. ústavu české university, za vzácné a cenné rady a pokyny i za laskavé zapůjčení některých praeparátů a odborné literatury. Také dovoluji si zde poděkovati p. prof. Dr. Al. Mrázkovi za ochotné zapůjčení některých knih a p. Dr. Boh. Čejkovi, assistentu zool. ústavu, za mnohou radu v oboru mikroskopické techniky.

## Všeobecná část.

Vývojem křídla hmyzů zabývala se již v dřívějších dobách celá řada autorů a četné práce v oboru tom vykonané přinášejí mnohdy zajímavé náhledy. Obzvláště otázka původu

a vzniku křídel dlouho byla nerozhodná pro několik názorů v té věci panujících.

Zajímavé je, že starší práce (Agassiz 1850, Semper 1856) správně vykládaly vznik křídel z hypodermálné vrstvy obalu tělního, později však tento výklad byl zatlačen do pozadí a uváděn byl ještě jiný názor, který hlavně Weismann (1864) do literatury uvedl svou prací o Muscidech.

Tu vykládá o primárních základech křídel, že vyvíjejí se prý »als Wucherungen der peritonealen Haut der Tracheen«. Jeho názory sdílel Gegenbauer (1870), Landois (1871) a později i Ganin (1876).

Ale v druhé své práci roku 1866 líčí Weismann původ křídel u komára *Corethra plumicornis* již v docela jiném smyslu. Uvádí, že základy křídel povstávají z hypodermis a sice nikoliv embryonálně, nýbrž mezi posledním svlékáním pokožky larvové a stadiem pupy. Tak tedy stál svými vývody před dvojím původem křídla. Podle toho také rozdělil hmyz na insecta discota a insecta adiscota.

Na určito rozhodl o zakládání a vývoji křídel Dewitz roku 1881 ve své práci »Ueber die Flügelbildung bei Phryganiden und Lepidopteren« a před tím (1878) v příspěvku k vývoji postembryonálného tvoření okončin insektů v ten smysl, že se základy křídel — imaginální terčky — zakládají před posledním svlékáním larválným blízko kořene noh; vznik jejich vykládá »durch gleichzeitige Verdickung und Spaltung der Hypodermis«.

To potvrzuje též Pancritius (1884), jenž základy křídel studoval u Lepidopter, Hymenopter a Neuropter. U *Myrmeleona* shledal, že základy křídel počínají teprve na larvách dvouletých; našel je »in einer Tasche versenkt und von einen Chitinpfropf mit Scheide umhüllt«. Poukazuje také na vysoký cylindrický epithel v základech křídelných. U Hymenopter (*Cimbex*) našel imaginální terčky v stadiu pseudonymfálném.

Roku 1887 konal Rehberg pozorování na *Blatta germanica*. I došel k tomu názoru, že žilky, v nichž trachee probíhají, vznikají, jak též Krüger z jeho pojednání uvádí, »durch das Gegeneinanderwuchern der beiden Flügellamellen«, a že

jsou tak zbytky dutiny tělesné. Je toho mínění, že lympha vniká do prostorů mezi buňkami lamellovými, ale nemá k tomu dosti důkazů a dokladů.

Pozdější autoři G. E. Adolf a van Rees (1889), a to hlavně poslední, pevně a na jisto rozhodují o tom, že imaginální terčky vznikají hypodermálně a to tak, že nejdříve se hypodermis vchlipuje do dutiny tělesné, pak se opět utvoří záhyb a hypodermis se vychlípí ven. Rees pozoroval v křídle tuková a lymfatická tělíska, která již 1885 od Kowalewskyho a později od Schäffera (1889) byla popsána. Myslí, že pronikají základní blánu a tak se dostávají do křídel.

Vznik základní blány vykládá hypodermálně a ne tedy, jak Semper říkal, že povstává z mesodermu. Dále uvádí, že žilky jsou zbytky dutiny tělesné a žebra křídel klade ve spojitost s tracheami, kteréžto prý se přeměňují v žebra.

Roku 1890 zabýval se Verson vývojem motýlích křídel u Bombyx a našel imaginální terčky na velmi mladých larvách; vyslovil nepotvrzenou a nijak odůvodněnou domněnku, že by imaginální terčky vznikaly z přeměněných stigmat rudimentních; Bonsdorf (1890) u Coleopter všímal si hlavně poměru t. zv. žilek v krovkách.

Důležitější význam má J. Carrière a O. Bürger (1897); tito podali práci o *Chalicodoma muraria,* kde popisují na truskách imaginální terčky jako jednoduché stluštěniny hypodermální; před nimiž již pak i Mayer (1896) uvádí, že imaginální terčky jsou jednoduché záhyby hypodermis.

Vývojem křídla u brouků zabýval se E. Krüger (1898).

Béře zřetel hlavně k vývoji krovek, kteroužto otázku pracovali též Kolbe (1885), jenž považuje prostory mezi tečkováním (Punktstreifen) na krovkách brouků za rudimentní žebra nebo žilky, Dewitz (1878), Bonsdorf (1890), Hoffbauer (1897), O. Heer (1897), Adolf (1889) a m. j.

Krüger prováděl svoji práci na *Tenebrio molitor, Lema asparagi* a *Lema merdigera.* Rozhodně odporuje mínění Versonovu, že by základy křídel mohly vznikati z přeměněných, rudimentních stigmat; výslovně na konec své práce uvádí mínění V. Grabera (1889), daß sich die Insekten-

flügel primär, placal mit folgender Ausstülpung bilden, und dass die thylacale Entwicklung etwas secundär Erworbenes ist, . . . a dále praví »bei den Coleopteren fand ich die rudimentären Stigmen getrennt von den Flügelanlagen«. Srovnávaje pak elytry brouků se zadními křídly, zastává názor, že krovky jsou spíše senkundárním útvarem, nežli primárním.

V časopise American Naturalist podávají Comstock a Needham (1899) obšírné pojednání o křídle hmyzím a ku konci práce uvádějí též data o vzniku křídla; svá pozorování konali na *Hippodamia 13-punctata*. Také oni praví, že postembryonálné zakládání se křídla děje se z hypodermis »each wing begins as a diskshaped thickening of the hypodermis, which was first observed when the larva was about one fifth grown«. Popisují též vznik tracheí v křídle a podávají přehled poměrů žilek u různých druhů hmyzů.

Důkladněji o vzniku tracheí píše K. Šulc (1911) v práci »Über Respiration, Tracheensystem und Schaumproduktion der Schaumcikadenlarven«. Pojednává tu o celém tracheálním systému u Aphrophoridů a líčí vstupování tracheí do prvokřídel u *Philaenus lineatus*. O poměrech tracheálných v předních křídlech larev praví na rozdíl od Comstocka-Needhama: »Bei der sehr jungen, kürzlich ausgeschlüpften Larve sind in den schon vorhandenen, kurzen Flügelscheiden keine Tr. alae propriae wahrnehmbar, es ist nur die Tr. alae anterioris basalis transversa und zwar deutlich kontinuierlich entwickelt, vorhanden; es ist zu bemerken, daß sie nicht, wie Comstock-Needham anbegen, »as a branch of the dorsal longitudinal trachea of the thorax«, sondern als ein Ast der kurzen Tr. mesopedoalaris anterior vorn, und der mesopedoalaris posterior hinten entsteht.«

Marshall (1913) popisuje vývoj křídel na severoamerické formě Trichopter *Platyphylax designatus*. Zakládání křídla děje se z hypodermu složitým vchlipováním a vychlipováním. Na počátku jsou křídla v peripodiální dutině, později tuto opustí a stanou se zevnějšími. Trachee nevstupují prý do vyvíjejících se křídel; v mladších stadiích nalezl jen na basi prvokřídla nepatrné větvičky tracheálné a teprve, když křídla se stala zevními v pupálném stadiu, bylo prý

možno pozorovati vnikání trachei z podélné větve tělní trachee.

## Část speciální.

O vzniku a vývoji křídel u insektů vyslovuje Dewitz domněnku, že se křídla u všech druhů hmyzů zakládají a vyvíjejí stejným způsobem.

Ta myšlenka je také v podstatě správná. Neboť původ a celý další vývoj křídel probíhá po stránce histologické u různých skupin insektů obdobně; jen obzvláště zevní odchylky, o nichž přece možno zde mluviti, totiž jak se zakládání a růst na zevnějšek representuje, spočívají ve způsobu celkové metamorfosy hmyzu.

U insekt s dokonalou proměnou neprojevují se zevně v stadiu subnymphálném vyvinuté již lamelly křídelné, ukryty jsouce pod tělní kutikulou. Naproti tomu larvy hmyzu dokonalou proměnu vykazující, dostávají za krátkou dobu po vylíhnutí po stranách těla váčkovité, chitinové pochvy křídelné.

Diference, které objevují se až ve stadiu subimag u hmyzů, jejichž přední křídlo vzhledem svým liší se od zadního (na př. u Coleopter, Hemipter, Trichopter) a to buď úplně nebo aspoň částečně, nelze považovati za nějaké odchylky celkového a povšechného vývoje křídel hmyzích, poněvadž všechna tato zrůznění předního křídla od zadního nastávají teprve jaksi v posledních chvílích vývoje hmyzu; původ a vývin křídel až do momentu diferenčního byl jednostejný tak, jako u hmyzů, kde křídla přední od zadních nedoznávají značnějších rozdílů specifických, kromě tvaru, velikosti a uspořádání žilek.

Porovnávání typu vývoje křídla u hmyzu s dokonalou a nedokonalou proměnou přináší podobný obraz vývoje, odchylky, které se nikoliv v původu křídla, nýbrž jen ve způsobu a zevním projevování naskytají, dlužno uváděti v souvislost s metamorfosou samou.

* *
*

Hrudní hypodermis *Psyll* jest jednovrstevná s buňkami tvaru kubického a s eliptyčnými velikými jádry. Na druhém a třetím článku hrudním, nad druhým a třetím párem noh, počne tato hypodermis značně bujeti a buňky rozmnožují se vůčihledě vzhledem ku okolní vrstvě hypodermální. Toto vrůstání hypodermis počíná se u *Psyll* několik dní po vylíhnutí.

Když se totiž larvy vylíhly z podlouhlého vajíčka, lze na nich pozorovati místa, kde vývin budoucích křídel později má nastati. To jsou imaginální terčky křídlové.

Larva vylíhlá jest asi 0·3 *mm (Psylla pyri)* dlouhá, obyčejně barvy světle žluté s tmavohnědými, pravidelně po těle



**Obr. 1. Larva Psylly (*P. pyri*). První stadium. (Obj. 3. ok. 3.)**

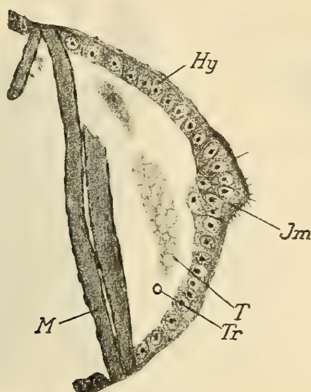
rozloženými skvrnami. Po stranách hrudi nad druhým a třetím párem noh jsou podobné skvrny, skoro čtyřhranné, na meso- a metathoraxu. (Obr. 1.)

Pod těmito skvrnami, za několik dní po vylíhnutí se larvy (3—5 dní), hypodermis tělní roste, její buňky se zmnožují, zveličují, tvoříce na zevnějšek malý, ne mnoho znatelný hrboulek. (Obr. 2.)

Tak se vzrůstem hypodermis nastává v zápětí nepatrné vychlipování prvopočátků křídel, čímž buňky vychlipující se hypodermis jsou sestaveny jaksi centricky svými vnitřními póly do středu vychlípeniny. Basální blána hypodermis vychlipuje se zároveň do středu hrboulku.

Zevně obalen je tento hrboulek zmnožené hypodermis chitinovou kutikulou na dorsální straně s tmavým pigmentem, jenž tvoří svrchu zmíněné skvrny, jmenovitě nad místem budoucích křídel, opatřenou ostny, obzvláště na ventrální straně, kde záhyb hypodermis je patrnější.

Toto larvové stadium měří u většiny Psylloideí asi již 1·3 *mm*.




**Obr. 2. Imaginální terček křídel (příč. řez).** ***(Psyla Pyri).*** ***Hy,*** **hypodermis tělní;** ***Im,*** **imaginální terček;** ***Tr,*** **trachea;** ***T,*** **tukov. těleso;** ***M,*** **svaly. (Hom. im** $^1/_{18}$**, ok. 3.)**

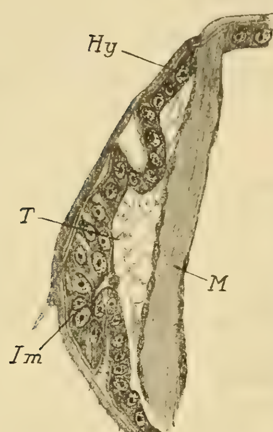
O tmavých skvrnách v kutikule nad základy křídel zmiňuje se též Krüger u larev *Tenebrio molitor* a Marshall pozoroval je na larvách *Platyphylax disignatus* (Trichoptera). Skvrny ty jsou v kutikule hypodermis obalující, nemají však nějakého významu zvláštního. —

Růst hypodermálních základů křídel pokračuje.

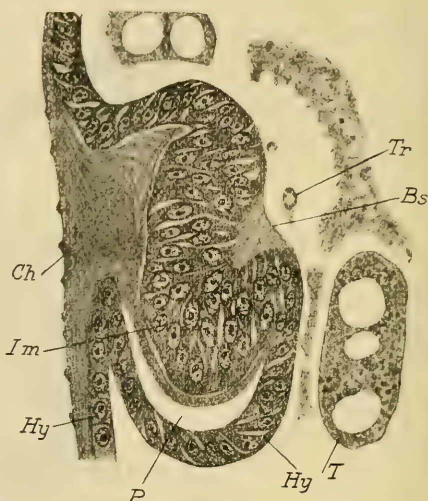
Na hranici zmnožené do délky hypodermis křídelní a hypodermis matečné povstane nepatrný záhyb do vnitř těla, načež opačným záhybem vychlípí se křídelná hypodermis opět ven a tímto prohnutím utvoří se jakýsi váčkovitý útvar ukrytý však dosud chitinovým kutikulárním obalem tělním; zevně jeví se pak na hrudi larvy po stranách těla jako, jak bylo již připomenuto, malý hrboulek. (Obr. 3.)

Základy křídel jsou stěsnány pod starou kutikulou tělní, kterážto v tomto stadiu před prvním svlékáním nahražuje se novou, vyloučenou ze zmnožené hypodermis a tento nový, tenký a ne úplně zchitinisovaný obal s ostny na ventrální straně, zůstává pod starou kutikulou ukrytý.

Pak tedy nastává první svlékání staré, těsné chitinové pokožky.




Obr. 3. Vychlípená hypodermis křídelná *(Psylla pyri)*, před prvním svlékáním larvál., příč. řez. *Hy*, hypodermis tělní; *Im*, prvopočátky křídla; *M*, svaly; *T*, tukové těleso. (Hom. im. $^1/_{18}$, ok. 3.)




Obr. 4. Zprohýbaná hypodermis tvořící prvopočátky křídla (příč. řez tělem *Cimbex). Hy*, hypodermis tělní; *Im*, základy křídel; *Bs*, basál. blána; *Ch*, chitin. vrstva; *Tr*, trachea; *T*, tukové těleso; *P*, peripodiální dutina. (Obj. 7a, obr. 3.)

Základ prvokřídel u *Psyll*, *Ptyelus* (Homoptera) a též i u sarančat (Orthoptera) objevuje se, jak jsem pozoroval, za několik dní po vylíhnutí.

O čase, kdy počíná zakládání se křídel u hmyzů vyslovují se různí autoři různě. Krüger i Comstock a Needham popisují objevení se imaginálních terčků křídelných u brouků před posledním svlékáním larvovým, což mohu i já potvrditi z pozorování na larvách mandelinek.

Dewitz (1881) našel základy křídel u Phryganid a Lepidopter taktéž před posledním svlékáním, u *Myrmeleona* popisuje Pancritius (1887) imaginální terčky v larvách až dvouletých, kdežto opět na *Platyphylax designatus* byly od Marshalla shledány již v časných stadiích larvových.

Na *Rhodites rosae* a u lumka *(Orthopelma)* žijícího v hálkách šípkových a u jiných vos objevují se prvopočátky křídel až ku konci stadia larvového. U *Cimbex* našel jsem imaginální terčky v pokročilém stadiu housenky, rozdílně tedy od tvrzení P. Pancritia, že by prvopočátky křídel u *Cimbex* vznikaly až v nymfálných stadiích.

Tu však (*Cimbex, Rhodites, Orthopelma* a j., zpravidla tedy u hmyzů s holometabolií) probíhá prvopočáteční vývoj křídel poněkud odchylně, nežli jak lze pozorovati na příkladu shora vylíčeném u *Psyll* (hemimetabolie).

Na příklad u *Cimbex* nad druhým a třetím párem základů noh hypodermis jednovrstevná, složená z buněk nízce cylindrických, zmohutní a stává se vícevrstevnou.

V zápětí se zmnožením nastává i prohýbání se hypodermis křídelné. Na rozhraní zmohutnělé vrstvy a to jak na dorsální, tak obzvláště na ventrální straně tvoří se záhyb dovnitř těla a střední část hypodermis, ocitnuvší se tak v jakési prohlubině, prohýbá se zase na venek, tedy v opačném směru. (Obr. 4.)

Buňky hypodermis v základech křídelných vyznačují se plasmou se strukturou vláknitou; base buněk připojeny jsou vláknitě k basální bláně hypodermální, kterážto však nesleduje prohýbání hypodermis a nevstupuje do základů křídel, nýbrž obkličuje a ostře odděluje vychlípenou část a jemnými plasmatickými nitkami mezi sebou propletenými souvisí s buňkami hypodermis. Celek je obklopen chitinovou vrstvou těla, která i zároveň proniká a vsunuje se do prostoru peripodiálního, uzavírajíc jej a obklopujíc i základy křídelné. U těchto larev imaginální terčky pokryty jsou celkovou kutikulou těla a tím úplně na zevnějšek utajeny.

Podobným způsobem tvoří se základy křídel u *Rhodites*, *Orthopelma*, *Apis*; nepozoroval jsem však na kutikule těchto

nějaké vnější orientace v místech budoucích křídel. — Tak tedy tvoří se základy u tohoto druhého typu vývoje křídel.

Nyní opět povšimněme si dalšího vývoje křídla u *Psylly.*

Jakmile se totiž larva vysvlékne ze své staré kutikuly, základy křídel, dříve pro nedostatek místa pod starou pokožkou stěsnané, se natáhnou a před tím již obdané chitinovou kutikulou, dosud měkkou a poddajnou, representují se nyní na zevnějšek jako malé, ploché, váčkovité útvary po stranách hrudi. (Obr. 5.)

Na příčném řezu tímto základem křídla lze spatřiti pod chitinovým obalem kutikulární vrstvy, která na ventrální




Obr. 5. Larva s pochvami křídelnými. *(Psylla pyri.)* $P_1$, $P_2$, pochvy křídelné. (Obj. 3, ok. 3.)

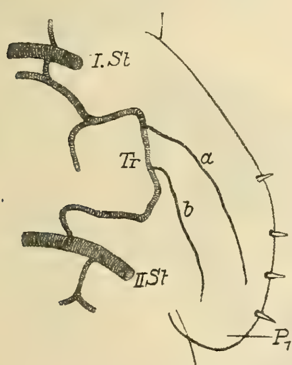
straně má četné ostny, vychlípenou hypodermis křídelnou z matečné tělní hypodermis lamellovitě do délky prodlouženou, jejíž obě části dorsální i ventrální se k sobě připojily, basálními blanami buněk hypodermálných, které zde vsunují se mezi lamelly křídelné. V tomto stadiu možno poprvé pozorovati utvoření se dutiny žilek a vstupování tracheí do základů křídel. (Obr. 6.)

Až dosud nevstupovaly trachee do křídel; podélná, vzhledem k tělu, větvička tracheálná (Trachea alae anter. basalis transversa) probíhala na basi prvokřídel, nevysílajíc žádných postranních výběžků do křídel. (Obr. 7.)

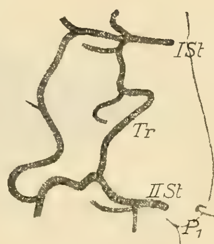
V tomto stadiu tedy lamelly křídelné po celé délce svými basálními blanami k sobě přiložené utvoří uvnitř podél

kratičkého křídla dvě malé, úzké dlouhé dutinky, na průřezu tvaru přibližně okrouhlého, ohraničené uvnitř basální blanou obou vrstev hypodermálných.

Těmito dutinkami prvotních žilek vchází teninké větvičky tracheálné, oddělujíce se z trachey alae anter. basal. trans.; to také již K. Šulc ve své práci »Über Respiration, Tracheensystem und Schaumproduktion der Schaumcikadenlarven« uvádí a praví, že trachee nevnikají u velmi malých larev *Philaenus lineatus* hned do prvopočátků křídel, nýbrž




Obr. 6. Vstupování trachei do předního křídla (*Psyllopsis fraxinicola*). *Tr*, Trachea alae ant. bas. transw.; *a*, *b*, první větvičky tracheál.; (*a*, costoradiální; *b*, cubitoanální); *I St*, Stigma první; *II St*, Stigma druhé; $P_1$, křídelná pochva předního křídla.




Obr. 7. Prvé stad. křídla Trachee dosud nevstupují do prvopočátků křídelných. $P_1$, pochva předního křídla; *I. St*, prvé stigma; *II. St*, druhé stigma; *Tr*, trachea alae ant. bas. transw. (*Psyllopsis fraxinicola.*)

až později ve druhém stadiu vcházejí do váčkovitě vyvinutých křídel »aus der Tr. basalis transversa zwei kurze, dünne einfache Längstracheen«; první označuje jako costoradiální, druhou za cubitoanální kmen.

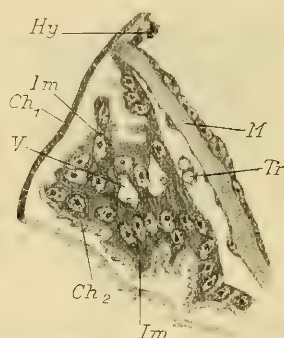
Poněvadž celá larva a zároveň tedy i křídla rostou a tak délky lamell křídelných přibývá, jsou lamelly křídel nuceny v těsné své chitinové pochvě skládati se v četné záhyby. (Obr. 8.)

Larvu očekává druhé svlékání pokožky a jako před prvním, tak také nyní vyloučí si hypodermis, ještě před odho-

zením staré kutikuly, novou. Na příčném řezu larvou nalézáme snadno v základech křídel prostoru žilek s tenkými tracheálnými větévkami uvnitř; hypodermálné buňky vykazují četné kinetické figury různého stupně vývoje, což svědčí o bujném růstu a množství v lamellách křídelných. (Obr. 9.)

Vstupováním tracheálných větviček do křídelných základů kryjí se tato stadia se stadiem druhého typu zakládání se a vývoje prvokřídel, jenž existuje jmenovitě u hmyzů holometabolních, a jehož počátek právě výše byl popsán.

V druhém tedy stadiu tohoto typu vývoje křídla přibývají křídelné základy do délky směrem k ventrální straně a



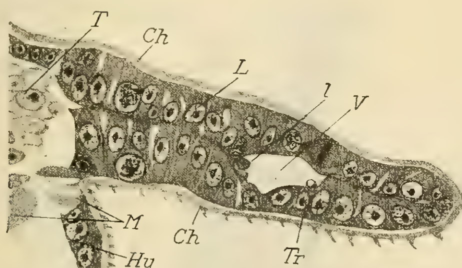

**Obr. 8. Křídla před druhým svlékáním larvál. *(Psylla pyri)*. *Hy*, hypodermis tělní; *Im*, hypodermis křídel; *V*, dutina žilky s tracheál. větvičkou; *Tr*, trachea; *M*, svaly; $Ch_1$, chitin pochvy křídelné, $Ch_2$, nový chitin. obal základů křídel. (Hom. im. $^1/_{18}$, ok. 3.)**

stávají se tím lamellesními. Lamelly ty uloženy jsou v peripodiální dutině, vzniklé v předešlém stadiu komplikovaným prohnutím hypodermis a to obzvláště dolení (ventrální) její části. Tím utvoří se jakési váčky po stranách těla (na každé straně dva — přední a zadní křídlo), jiného však rázu a způsobu nežli možno pozorovati na prvých stadiích *Psyll, Ptyellus* a p.; v nich totiž, v jejich dutině (peripodiální), uložena je lamella křídelná ke stěně váčku přitisklá (u *Psyll* a pod. tvoří zevně patrné váčkovité útvary základů křídel lamelly samy) a prohnutím hypodermu rozlišena v přední a zadní spodní

část a položena je svisle vzhledem k podélné ose celého těla larvy. (Obr. 10.)

Trachee vstupují do těchto křídelných základů v podobě tenkých větviček, které oddělují se od hlavní větve tělem probíhající a rozvětvují se v několik postranních větví různé tloušťky.

Marshall udává, že u *Platyphylax designatus* vstupují trachee až do hotového křídla, a že do základů křídelných vůbec nevcházejí. Pouze prý v nejmladších stadiích možno zjistiti na basi křídel nějaké slabé větvičky tracheálné, než ty později prý úplně mizí.




**Obr. 9. Příčný řez lamellou křídla** (*Psyllopsis fraxinicola*) (po druhém larvál. svlékání). *L*, lamella hypodermis křídel; *V*, dutina žilky; *l*, lymph. tělíska; *Tr*, trachea; *Ch*, chitin. pochva; *T*, tukové těleso; *M*, svaly; *Hy*, hypodermis tělní. (Hom. im. $^1/_{18}$. ok. 3.)

Celý komplex prvopočátků křídel tohoto popsaného stadia je zevně obalen znatelnou vrstvou chitinu, která na dorsální straně souvisí s chitinem tělo obalujícím a uzavírajícím otvor peripodiální dutiny.

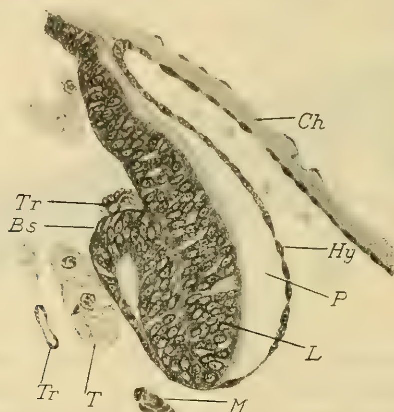
Tato stadia náležela dosud období larválnému; následující však stupeň vývojový patří spíše již k stadiu subnymfy.

Až do této chvíle tohoto druhého typu vývoje křídel uloženy byly lamelly křídelné ve váčkovitém obalu matečné hypodermis v dutině peripodiálné ústící na venek peripodiálným otvorem, jímž prostupovala t. zv. chitinová zátka vycházející z kutikuly tělní a uzavírající peripodiální dutinu. S tímto výběžkem chitinu spojen byl i chitinový obal lamell křídelných. Celek ovšem náleží, jak ze spojení je viděti, kuti-

kule tělní, která při zmnožování, prohýbání a vytváření lamell křídelných zároveň vytvořila si i novou chitinovou kutikulu.

Stěna peripodiálního váčku se v dalším stadiu tenčí, až konečně úplně zmizí a lamelly křídelné, do délky zvětšené, vystupují z dutiny peripodiální. (Obr. 11a.)

Na venek lamelly příliš zjevny dosud nejsou, pouze slabě prosvítají chitinovou pokožkou tělní. Poloha jejich je táž, jaká byla dána v předcházejícím stadiu a pouze zvětšením a prodloužením ještě patrněji se projevuje. (Obr. 11b.)



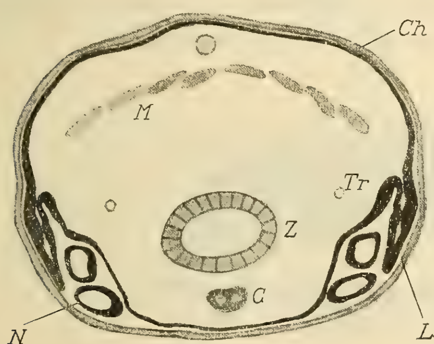

**Obr. 10. Lamellovitě prodloužené prvopočátky křídel.** (*Cimbex*, příčný řez larvou.) *L*, lamella křídel; *Hy*, hypodermis tělní; *P*, peripodiál. dutina; *Bs*, basál. blána; *Tr*, trachea; *T*, tukové těleso; *M*, svaly; *Ch*, chitin. (Obj. 7a, ok. 1.)

Hypodermálné vrstvy lamell křídelných dlužno následkem zprohýbání a postavení rozeznávati na přední a zadní část. Obě vrstvy jsou složeny z četných buněk, jejichž plasmy mají strukturu zřejmě vláknitou. (Obr. 12.)

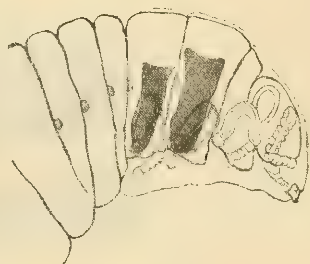
Již v minulém stadiu byla učiněna zmínka, že basální blána hypodermálná nevniká a nevstupuje do lamelly a hypodermálné buňky souvisí pouze jemnými plasmatickými nitkami s basální blanou. Když pak se obě vrstvy lamell přiloží těsně k sobě, vytvořují se nově basální blány obou stran lamellárných a přiloží se obě tyto membrány těsně k sobě, avšak nesplývají spolu dohromady.

Vytváření žilek i rozvětvení jich pokročilo zde patrně. Dutinu žilky tvoří hypodermis křídelná a vnitřek vystýlá basální blána. Do lumina základů žilek vstupují tenké tracheálné větvičky a to ne jedna do každé prostory žilky, nýbrž i několik, jež splétají se v některých místech v klubíčkovité útvary.

Pozorujeme-li a srovnáváme-li nyní od těchto stadií další stadia obou typů vývoje křídel, shledáme úplnou podobnost a shodu.




Obr. 11 a. Příčný řez tělem subnymfy. (*Rhodites rosae.*) (schemat). Lamelly křídelné vystoupily z peripodiál. dutiny. *L*, lamelly křídel; *N*, základy noh; *Tr*, trachea; *Z*, zažívací roura; G, gangl.; M, svaly; *Ch*, chitin. (Obj. 3, ok. 1.)



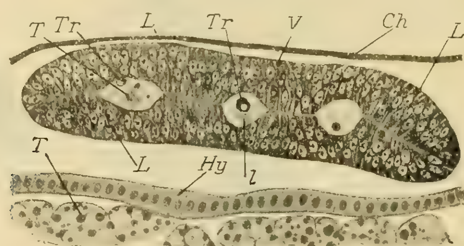
Obr. 11 b. Subnymfa (*Orthopelma.*) Lamelly křídel ukryté pod tělní kutikulou označeny tmavě. (Praep. barv. methyl. modří. Obj. 3, ok. 1).

Když tedy u *Psyll* se larva po druhé svlékne, lamellovité základy křídla, obalené již kutikulárnou vrstvou, dosud však ještě měkkou, opět se narovnávají proudem a tlakem lymfy. Hypodermis je tvořena vrstvou buněk, které k sobě se přikládají svými basálními blanami; pouze tam, kde žilky povstaly, oddalují se tvoříce dutinky, jimiž probíhají tenké tracheálné větvičky.

Počet žilek vzrostl a též i rozloha nabyla jiné tvářnosti než u minulých stadií, kde byly přítomny zatím jen dvě tenké větvičky tracheálné.

Z trachee bas. transv. vybíhají již celkem tři větévky tracheí (radius, mediana a cubitoanální větev), z nichž prostřední je vidlicovitě rozvětvena. (Obr. 13.)

V zadních křídlech nalézáme analogické poměry i co se týče zakládání, celého vývoje i urovnání žilek jako v křídlech předních. Také zde v prvním stadiu nejevila zadní křídla žádné tracheisace, teprve, když do předních křídel vstupovaly trachee až v pozdějších stadiích i do zadních křídel mohli jsme pozorovati vstupování dvou větviček tracheí, oddělujících se od trachey bas. transv. alae posterioris. Nyní pak, v tomto stadiu spatřují se již tři tracheálné větvičky vcházeti do zadního křídla, právě tak, jako do předního.




**Obr. 12. P ř í č n ý ř e z l a m e l l o u k ř í d l a.** ***(Rhodites rosae.)* *Ch*, chitin těla; *Hy*, hypodermis tělní (schem.); $L_4$, lamella křídel; *V*, dutina žilky; *Tr*, trachea; *T*, tukové těleso; *l*, lymph. tělíska. (Obj. 7a, ok. 3.)**

V histologii lamell křídelných nastává nyní nápadná a význačná změna. Nalézáme tu redukci buněk postupující od středu každé poloviny lamelly; jádra i plasmy buněk zanikají, pouze na periferii lamelly zůstává vrstva hypodermálných buněk nezměněna. Okrajní buňky souvisí s basální blanou svými dlouhými plasmatickými nitkami na basi splynutím a spojením se sousedními, poněkud rozšířenými. (Obr. 14, 15.)

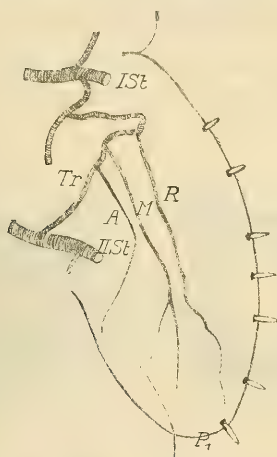
Dutiny žilek ohraničeny jsou jednak buňkami hypodermálnými, jednak jejich plasmatickými výběžky spoujujícími se na basální bláně, která vykládá dutinu a tvoří vnitřní stěnu žilky, v nichž probíhají větvičky tracheí.

Na některých příčných řezech tělem subnymphy *Rhodites, Orthopelma* lze pozorovati, jak teninké trachee na ně-

kterých místech vsunují se i mezi obě blány basální, jež se pak na těch místech od sebe oddalují.

Kromě tracheí možno spatřiti (obzvl. u *Rhodites*, *Apis*, *Orthopelma*, *Ptyelus* a j.) vstupovati do žilek i tukové těleso; vnitřek pak žilek oplachován je lymphou s lymphatickými tělísky.

Jak bylo řečeno, náleží právě vylíčené stadium vývoje křídel subnymfální době metamorfosy, tedy době, kdy larva




Obr. 13. Rozvětvování se tracheálných větviček v základech předních křídel larvy. (*Psyllopsis fraxinicola.*) (Stad. po 3. svlékání.) *R*, radius; *M*, mediana; *A*, anales; *I St*, prvé stigma; *II St*, druhé stigma; *Tr*, trachea alae ant. bas. transv.; $P_1$, pochva předního křídla.

připravuje se k proměně do kukly (pupy), kdy již i okončiny ostatní jsou vyvinuty a zároveň s lamellami křídelnými ukryty jsou pod kutikulou tělní; zevně však patrny ještě nejsou, pouze v některých případech slabě kutikulou prosvítají. (Obr. 11b.)

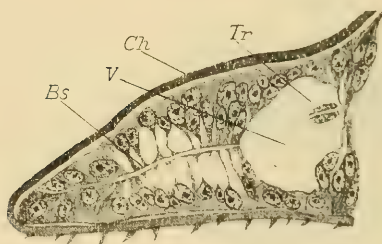
U *Psyll*, hmyzů s proměnou nedokonalou, jsou křídla uložena v pochvě chitinové, po straně hrudi tvořící váčkovité útvary, které po každém svlékání nabývají větší velikosti.

Před svlékálním vždy lamelly křídelné složeny jsou v četné záhyby, hypodermis vylučuje si novou chitinovou kutikulu, pozdější to pochvu křídelnou. (Obr. 16.)

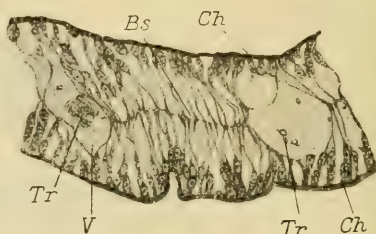
Tak také nyní, když lamelly křídelné růstem přibývají a zvětšují se do šířky i délky, jsou nuceny skládati se v záhyby.

I u larev holometabolního hmyzu těsně na přechodu do stadia pupálného lze pozorovati podobný úkaz, ovšem že ne v takové míře. Lamelly u subnymfy na př. *Rhodites* stěsnány jsou pod kutikulu tělní a obdány již novou vrstvičkou kutikulárnou, která později, když larva již úplně proměnila se v kuklu, slouží za křídelné pochvy.

A nyní opět nastává okamžik, kdy oba druhy vývoje křídla lze opět dobře spolu srovnávati a konstatovati úplnou




**Obr. 14. Redukce buněk hypodermis křídelné** ***u Psylla pyri.*** **(Stad. po 3. svlékání larv., řez příčný.)** ***Ch,*** **chitin pochvy křídelné;** ***V,*** **dutina žilky;** ***Tr,*** **trachea;** ***Bs,*** **basál. blána. (Hom. im.$^1/_{18}$, ok. 3.)**




**Obr. 15. Redukce buněk lamelly křídelné.** ***(Rhodites rosae.)*** **Stad. subnymfy. Lamelly křídelné jsou poněkud složeny. (Příč. řez lamellou.)** ***Tr,*** **trachee;** ***V,*** **dutina žilek;** ***Bs,*** **basál. blána;** ***Ch,*** **chitin lamelly. (Obj. 7 a, ok. 3.)**

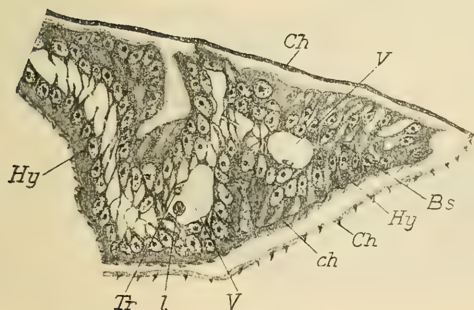
shodu i totožnost ve způsobu vytváření se křídel u obojího typu vývoje.

U holometabolních jest to konečná přeměna v kuklu, u hmyzů s proměnou nedokonalou opětné svlékání (u *Psyll* třetí svlékání). Lamelly křídel složené u *Psyll* v těsném obalu chitinovém, po odhození staré kutikuly se natáhnou a obdané jako u předchozích svlékání, dosud měkkou kutikulární vrstvičkou chitinu, která se zároveň s křídly narovnává působením tlaku a proudu lymfy, tvoří po straně hrudi larvy opět větší váčkovité útvary pochev křídelných, s četnými (zvl.

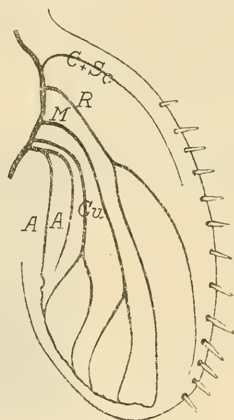
u některých — *Psyllopsis fraxinicola, Trioza* a j.) ostny na povrchu.

Histologický obraz křídel tohoto stadia neliší se od stadia předchozího, kdy lamelly křídelné po druhém svlékání opět se narovnaly a kdy počala redukce buněk hypodermálných. (Obr. 15.)

Za to rozestavení žilek u *Psyll (Psyllopsis fraxinicola)* a vůbec u všech podobných hmyzů doznává zde již důkladné změny. Vyvinuta je zde žilka pokrajní costa + subcosta,




**Obr. 16. Složená lamella křídelná před 3. svlékáním;** příč. řez. (*Trioza urticae.*) *Hy*, hypodermis lamelly; *Tr*, trachea; *V*, dutina žilky; *Bs*, basál. blána; *l*, lymph. tělíska; *Ch*, chitin. pochva křídla; *ch*, chitin lamelly. (Hom. im $^1/_{18}$, ok. 3.)




**Obr. 17. Rozvětvení žilek křídel skoro dospělé larvy** *Psyllopsis fraxinicola. C+Sc*, costa+subcosta; *R*, radius; *M*, mediana; *Cu*, cubitus; A, anales.

radius se sektory, mediana, cubitus i anální žilky a tvoří tak obraz skoro úplně vyvinuté již tracheisace imaga. (Obr. 17.)

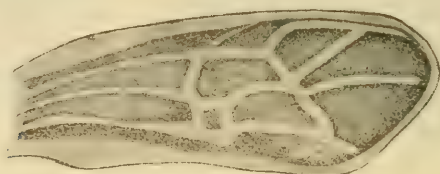
U hmyzů s holometabolií stávají se křídla, již dávno v larvě založená a vyvíjející se, až v stadiu pupálném zevně viditelna a uzavřena chitinovou pochvou. I orientace pochev křídelných je nyní u pupy jiná. Kdežto dříve byly lamelly svisle položeny k podélné ose těla, dostávají nyní skoro paralelní postavení s délkou celého těla kukly a jen někde málo se od tohoto směru odchylují.

Redukce buněk křídelných základů postoupila poněkud více, takže uprostřed obojích lamell nalézáme již jen velmi málo jader dřívějších buněk hypodermálných a jen na periferiích křídel zůstává úzká řada buněk dlouhými plasmatickými výběžky spojená s basální blanou. (Obr. 19.)

Uspořádání a rozložení žilek podobá se již skoro úplně dokonalému stadiu a možno též pozorovati v neztenčené míře probíhání tracheálných tenkých větviček dutinou žilek, jakož i přítomnost tukového tělesa a lymfy.

Konečně dospívá hmyz svého nejvyššího bodu vývoje. Křídla vyrostlá nalézají opět málo místa v chitinové pochvě a proto skládají se do četných záhybů. (Obr. 19.)

Zde dlužno poukázati na důležitý moment, totiž na úžení a tenčení hypodermis lamell křídelných. Souvisí toto



Obr. 18. Pochva křídelná kukly *Rhodites rosae.*

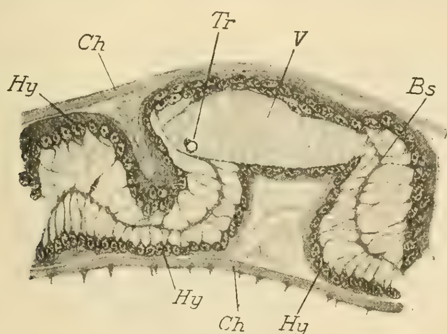
s redukcí buněk, započaté v minulých stadiích, což nyní vyvrcholuje v značném omezení a ubývání plasmy. Další důležitá okolnost v tomto stadiu se vyskytující je zánik basální blány. (Obr. 20.)

Lamelly křídelné, které doznávaly až dosud značné tloušťky (na př. u *Psyll* v předešlém stadiu asi 0·052 *mm*, u *Aphrophora* 0·049 *mm*, *Rhodites* 0·078 *mm*) nyní, při opětném skládáni se v záhyby, tenčí se značně (*Psylla* 0·027 *mm*, *Aphrophora* 0·0297, *Rhodites* 0·035), plasma buněk redukuje se a omezuje skoro jen na periferie lamell křídelných, pouze místa, kde dutiny žilek procházejí, jsou silnější a širší nežli místa okolní.

V posledních momentech vývoje tohoto stadia zanikají i basální blány, ku kterým až dosud pojily se plasmatické

výběžky buněk lamell. Nyní mizí basální blány úplně, když se před tím nitky buněk obojí strany hypodermis spojily a i dohromady úplně sloučily a to na těch místech, kde dříve pouze blány basální obou vrstev lamelly je od sebe oddělovaly.

Basální blána (Grundmembran, Basalmembran, basement membrane) vzniká u všech hmyzů, kde se potkáváme s ukrytými prvopočátky základů vývoje křídel a nerepresentujícími se v podobě váčků na zevnějšek, až pokročilých stadiích vývoje křídla.



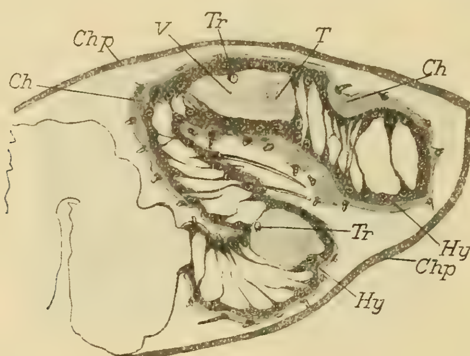

Obr. 19. Složená lamella křídla dospělé larvy (*Aphrophora spumaria*). Příč. řez. *Hy*, hypodermis křídel; *Bs*, basál. blána; *V*, dutina žilky s tracheál. větvičkou *Tr* a hojnou tekutinou krevní; *Ch*, chitin. pochva křídla. (Obj. 7a, ok. 3.)

Buňky hypodermálných lamell křídelných přiložené k sobě následkem prohnutí zmnožené hypodermis, dotýkají se na basi své pouze plasmatickými svými vlákny buněčnými. Teprve až později, ve stadiu vystoupení lamelly z dutiny peripodiálné, když má nastati redukce buněk hypodermálných, počíná se tvořiti uprostřed lamelly, na basi buněk obou vrstev splynutím okrajů plasmatických vláknének jedné každé vrstvy hypodermálné, jakési kompaktnější vrstvičky, které k sobě jsou přiloženy, ale nesplynou nikdy spolu dohromady v jeden útvar.

O vytvořování a existenci basální blány teprve až v pozdějších stadiích vývoje křídel zmiňují se již i někteří starší

autoři. Semper vysvětloval vznik basální blány z mesodermálných elementů do křídla vestěhovaných, jež prý se potom spojují v basální blánu. Později však hlavně Schäffer, Mayer, Krüger i Comstock a Needham vyvrátili toto nesprávné tvrzení Semperovo a ukázali, že základní blána vzniká z plasmy buněk hypodermálných a, jak správně se Krüger domýšlel, oboustranně a jednostejně z vrstev lamelly hypodermálné.

Avšak u hmyzů, jejichž základy křídelné nevchlipují se na počátku svého vývoje do dutiny peripodiálné, nýbrž ihned zmnožená hypodermis vyniká a jednoduše vychlipuje




Obr. 20. Složená lamella posledního stupně vývoje křídla *(Rhodites rosae).* Příč. řez. *Hy,* hypodermis křídel, (pokrač. lamelly naznačeno čarou); *V,* dutina žilky; *Tr,* trachea; *T,* tuk. těleso; *Ch,* chitin. obal s dlouhými ostny; *Chp,* chitin pochvy křídla. (Obj. 7a, ok. 3.)

se na zevnějšek, ukrytá a obalená pouze chitinovou vrstvou pochvy křídelné, kterážto tvoří po stranách hrudi na druhém a třetím článku váčkovitý útvar, vzniká basální blána hypodermis tělní mezi vychlípené vrstvy hypodermis křídelné, a tak s jednoduchým vychlipováním epidermu, vychlipuje se i basální blána jeho.

Lamelly, takto povstalých křídel, přiložené, jak už bylo vyloženo výše, těsně k sobě (fixací možno docíliti uměle jejich oddálení) basálními blanami, setrvávají až do stadia redukce buněk, kde se pak vymodelují obě basální blány vrstev lamellárných zřetelněji tak, jako u křídel prvního druhu vývoje,

a s nimi pak spojují se nitkovité výběžky buněk hypodermálných.

Basální blány trvají pak až do toho stadia subimaga, když křídla se tenčí a dokonávají svůj vývoj.

Hypodermis složených lamell křídelných vyloučí si konečnou kutikulu dospělých křídel. V tomto posledním stadiu tvoří se zároveň všechny diferenciace i pokryvy křídelné. U *Rhodites* vylučuje si křídelná hypodermis kutikulu s velikými a četnými ostny, vytvořenými nad buňkami lamell. Tato pokožka nově vytvořená kolem lamell je vlastní kutikula dospělých křídel.

V dutinách žilek nalézáme sice stále probíhající trachee, avšak nikoliv již v tak četných větvičkách, jako to bylo viděti v dřívějších stadiích, zvl. u Hymenopter *(Rhodites, Orthopelma, Apis)*. Kromě toho je křídlo vyživováno hojně lymfou.

U hmyzů, kde křídlo přední neliší se v ničem od zadního, probíhá vývoj jak tohoto, tak i onoho jednostejně; jest tu v stejné době i zakládání, vývoj i vstupování tracheí do předního a též i do zadního křídla.

Avšak, kde obě křídla jsou značně od sebe zrůzněna (jako na př. u Coleopter), tu v tomto posledním stadiu, jak Krüger, Comstock a Needham ukázali, nastávající diferentiace křídel předních od zadních.

Buňky hypodermálné svrchní lamelly předního křídla zachovávají poměrně stále tentýž ráz; naproti tomu v dolení lamelle lze pozorovati buňky mnohem nižší, spojené navzájem se svrchní lamellou plasmatickými nitkami, právě tak jako v posledních stadiích u výše popsaných skupin insect. Až dosud trvající ohraničení prostory žilek, — které byly založeny stejně jako u jiných křídel v mladších stadiích (Krüger) — mizí nyní, takže lze spatřiti probíhání tracheí již jen v prostorách mezi vrstvami obou částí hypodermis hoření i dolení. Zadní křídlo poskytuje obraz dospívajících křídel blanitých.

Jest třeba zmíniti se ještě o umístění křídel. Prvotní váčkovité vychlípeniny hypodermis křídelné jsou na počátku

jen nepatrně odchylny od transversálního směru vzhledem k podélné ose larvy; nenalézají se však úplně po stranách těla, nýbrž posunuty jsou poněkud výše ke straně dorsální.

Dle příčných řezů hrudi larvy *Psyll* a jiných podobných druhů hmyzu lze pozorovati, že i dorsální i laterální hypodermis účastní se, každá z části, na vytvoření křídla, takže onen hypodermálný záhyb, jenž representuje se na zevnějšek jako váčkovitý útvar po stranách hrudi, na němž možno rozeznávati svrchní a spodní část, náleží svou svrchní stranou dorsální, spodní pak laterální hypodermis tělní.

Jinde u larev, kde prvopočátky křídel ukryty jsou tělní kutikulou, lze se přesvědčiti o tomtéž, zvláště ve stadiu vystoupení lamell křídelných z peripodiálné dutiny. Poloha lamell je svislá, takže může se rozeznávati vzhledem k tělu na lamellách dvojí část: přední (vnější) a zadní (vnitřní).

Vnější část lamelly odpovídá svrchní části váčkovitě vychlípených prvokřídel larev, u nichž hned po založení stanou se křídelné základy zevními a souvisí s dorsální hypodermis tělní; zadní část lamelly náleží laterální hypodermis mateční, s níž také je v souvislosti.

Na vyspělejších kuklách a na dospělých stadiích lze dobře viděti polohu křídla mezi dorsálním plátkem — notem a laterálním — pleurem.

Též Comstock a Needham vykládá, že se křídla objeví na tom místě hrudi, kde později mezi notem a pleurem vznikne šev. Tower klade křídla u Coleopter také mezi notum a pleurum. Marshall o základech křídel u *Platyphylax designatus* praví, že »lies under the dorsal plate and somewhat above its lateral margin« a doleji zase »it would appeas that when the wing becomes external its position would be between the tergum and the pleurum«. —

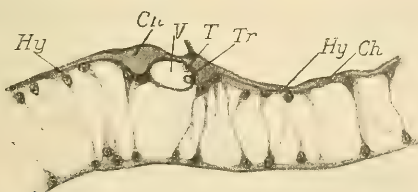
V konečném stadiu subimaga dostává křídlo teprve zvláštní svou definitivní podobu uspořádáním žilek a vytvořením konečného svého habitu.

Larva *Psyll* dospěla do posledního svého stupně vývoje, svléká se ze své pokožky a křídla, složená dosud ve svém

těsném obalu chitinové pochvy, se vyvlékají a natahují v příčných i podélných svých záhybech.

Kutikula křídel právě vyvinutého imaga je měkká, poddajná, i žilky křídelné a jich žebra nejsou úplně zchitinisována. Teprve nyní v tomto okamžiku, když dospělý hmyz vynikne ze své pupálné pokožky, nastává úplné ztužení a zchitinisování celého křídla.

Plasma redukována je jen na nepatrný díl křídla. Je omezena pouze jen na periferie křídelných lamell, kde táhne se úzkou a tenkou řadou buněk s malými, řídce rozloženými jádry. Struktura plasmy je stále vláknitá a zvláště u *Rhodites* bylo viděti, jak i nitky plasmatické, ve které se buňky obou stran hypodermis prodlužují, stýkají se uprostřed lamelly,




**Obr. 21. Křídlo imaga** *(Rhodites rosae)*. **Příč. řez.** *Hy*, **hypoderm. buňky křídla;** *V*, **dutina žilky s tracheou,** *Tr*, chitin. pokrýv křídla s ostny, *T*, tuk. těleso. (Obj. 7 a, ok. 3.)

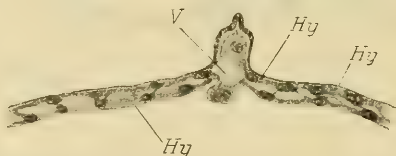
kde se pevně spojují, sestávajíce z plasmy vláknité struktury. (Obr. 21.)

Žilky tvořeny jsou jednak buňkami hypodermálnými, jednak i jejich plasmatickými, nitkovitými výběžky a vyčnívají nad povrch křídla, na dorsální stranu víc než na ventrální, v žebro chitinové povahy, utvořené zároveň s kutikulou tělní, jež také na dorsální straně křídla doznává značnější tlouštky nežli na ventrální.

U *Psyll* křídla dospělého imaga vyznačují se na průřezu nápadnou tenkostí. Plasma křídel omezena je jen na tenký pruh kolem chitinové kutikuly křídelné a jednotlivé řídké buňky obou polovin lamell, hoření i dolení, s malými jádry, spojeny jsou většinou šikmými nitkovitými výběžky plasmy struktury vláknité. (Obr. 22.)

Žebra u *Psyll* a četných jiných Homopter mají zvláštní tvar. Na průřezu křídlem imaga v místech žilky spatřuje se na dorsální straně jedna buňka hypodermálná s normálným jádrem a jemně zrnitou plasmou, vystouplá poněkud na zevnějšek a obalená zvlášť mocnou a vyklenutou vrstvou chitinovou, která nahoře je zakončena v hrotnaté žebro, do něhož i částečně zabíhá plasma matečné buňky; na ventrální straně také jedna hypodermálná buňka tvoří protější hranici žilky; tato strana dolení je však opatřena jen tenkou chitinovou vrstvou. Trachee v úplně vyvinutém, zchitinisovaném křídle *Psyll* jsem nemohl nalézti. Vše je pevně stmeleno a okolním chitinem vymodelováno. Pouze lymfatická tělíska lze spatřiti přítomná v dutině žilek.

Naproti tomu v křídlech imaga *Rhodites* nalézají se dosud v prostoře žilek jemné větvičky tracheálné. Žilky ne-




Obr. 22. **Příčný řez křídlem imaga.** (*Psyllopsis fraxinicola*). *Hy,* hypodermis křídla; *V,* dutina žilky. (Hom. im. 1/18, ok. 3.)

jsou opatřeny tak těsným a silným prsténcem chitinové vrstvy jako u *Psyll.* Na povrchu křídla nalézá se také silnější vrstva chitinová, která vytváří kol žilky zchitinisovaná žebra, daleko však jednodušší než u prvního případu. Také dutina žilky nezabírá celou šířku křídelné lamelly, nýbrž posunuta je na ventrální stranu; stěny její tvoří jednak redukované buňky se skrovnou plasmou vláknité struktury, jednak výběžky plasmatické, které zároveň naproti sobě z obou stran lamelly vybíhají a se spojují. (Obr. 21.)

Ostny, kterými je celá plocha křídla posázena, vytvořily se v předcházejícím stadiu z hypodermálných buněk zároveň při vznikání definitivní kutikuly křídelné.

V dutině žilek probíhají, jak už bylo připomenuto, velmi jemné tracheálné větvičky, kromě toho vyplňuje dutinu

žilek lymfa s četnými lymfatickými tělísky a i tukové těleso, které zvláště v tomto případě u Hymenopter lze v dutině žilek dobře zjistiti.

Zadní křídla v stadiích subimaga u Coleopter neliší se příliš svojí histologickou strukturou od jiných blanitých křídel ostatních hmyzů. Za to diferenciace předního křídla v elytry, projevující se v začátcích svých poprvé v posledních stadiích kukly, vystupuje zřejmě nyní v subimagu. Stavy tyto byly z části popsány již od některých autorů (Krüger, Comstock a Needham, Tower).

## Závěr.

Ve vývoji křídel hmyzu můžeme rozeznávati dva typy: 1. vývoj křídel, jaký nalézáme u hmyzů, kde vývoj jedince probíhá stadiem larvy a kukly (pupy), — tedy u insect s dokonalou proměnou, 2. vývoj křídel hmyzů s proměnou nedokonalou, kde tedy od vylíhnutí až do stadia imaga pokračuje vývoj řadou různých stadií larev, prodělávajících několik svlékání; stadium klidu — pupa — zde neexistuje. — V každém případě však zakládají se křídla z hypodermálné vrstvy, jakožto postranní vychlípeniny.

U prvé skupiny základy křídel uloženy jsou v t. zv. peripodiální dutině, utvořené tělní vrstvou hypodermálnou a uzavřené zevně kutikulou těla.

V pozdějším stadiu (subnymfy) základy křídel, lamellovitě již protažené, opouštějí peripodiální dutinu, jejíž stěny mizí. Vše je dosud uzavřeno na venek chitinovým obalem těla. Zevní pochvy křídelné objevují se u tohoto typu vývoje teprve až ve stadiu pupy.

Larvy hmyzů s nedokonalou proměnou postrádají peripodiální dutiny. Základy křídel vychlipují se prostě na venek, takže po prvém svlékání tvoří po stranách těla dva znatelné váčkovité útvary uzavřené do kutikulárné pochvy křídelní, v níž pak se dále vyvíjejí. Před svlékáním pokožky vzrostlé lamelly křídelné u hemimetabolních skládají se v záhyby *(Psylla)* a po opuštění exuvie opět se narovnávají.

V určitém stadiu u obojího typu vývoje křídla (u hmyzů s nedokonalou proměnou v pozdějším svlékání — na př. u *Psyll* po druhém, — u insektů s hemimetabolií v stadiu subnymfálném) nastává redukce buněk hypodermis křídelné, která sahá až do konečného stadia.

Basální blána holometabolního typu zakládání a vývoje křídla nevchází od počátku do lamell, nýbrž vytváří se až v pozdějším stadiu pouhým splynutím basálních pólů buněk. U druhého typu vsunuje se zároveň s vychlípenou hypodermis mezi lamelly. V posledním momentu vývoje křídla po redukci buněčné mizí basální blána, plasmatické výběžky protějších hypodermis se spojují, složené lamelly křídelné se tenčí a obdávají konečnou kutikulou křídla, vyloučenou z hypodermis.

Vytvořování se elyter a všechny diferenciace předních křídel od zadních dějí se až v posledních stadiích vývoje. Též všechny pokryvy křídel a ztužení žilek vznikají v posledních stadiích subimaga.

---

**Seznam literatury:**

ADOLPH, G. E.: Ueber Insektenflügel. (Nova Acta Leop. Carol. Deutschen Akad. d. Naturf. Bd. XLI. 1886.)
— : Ueber Aderung der Käferflügel. (Zool. Anz. Jahrg. 1889.)
ACASSIZ, L.: The classification of Insects from embryological Data. Smithsonian Contributiones to knowlegde 1850.)
BERLESE, A.: Gli Insetti. Milano 1909.
BONSDORF: Ueber die Ableitung der Sculpturverhältnisse bei den Deckflügeln der Coleopteren. (Zool. Anz. 13. Jahrg. 1890.)
CARRIÈRE J.-BÜRGER O.: Die Entwicklungsgeschichte der Mauerbiene (Chalicodoma muraria) im Ei. (Nova Acta. Abh. der K. Leop. Carol. Deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. LXIX. Nr. 2. Halle 1897.)
COMSTOCK-NEEDHAM: The wings of Insects. (Americ. Naturalist, Boston, 1898—1899.)
DEWISZ: Beiträge zur Kenntniss der postembryonalen Gliedmassenbildung bei den Insekten. (Zeitschr. f. wissensch. zool. Suppl. Bd. 30, 1878.)
— : Ueber die Flügelbildung bei Phryganiden u. Lepidopteren. (Berliner Entom. Zeitschr. Bd. 25. 1881.)
— : Ueber rudimentäre Flügel bei den Coleopteren. (Zool. Anz. 1883.)

GANIN: Materialien zur Kenntniss der postembryonalen Entwicklungsgeschichte der Insekten. (Waršava 1876. Referat od Hoyera v Zeitschrift f. wissensch. Zool. 1877. Bd. 28.)
GRABER: Vergleich. Studien über d. Embryolog. d. Insekten. (Denkschr. der Kais. Akad. der Wissensch. math.-nat. Cl. Bd. 56. 1889.)
HAASE E.: Die Prothorakalanhänge der Insekten. (Zool. Anz. 1886.)
HEYMONS R.: Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Rynchoten. (Nova acta Akad. Leop. Carol. d. Naturf. Bd. LXXIV. Nr. 3. Leipzig 1899.)
HOFFBAUER: Beiträge zur Kenntniss der Insektenflügel. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 54. Bd. 1892.)
CHOLODKOWSKY N.: Zur Morphologie der Insektenflügel. (Zool. Anz. 1886.)
JAWOROWSKI: Zu meiner Extremitäten- und Kiementheorie bei Arthropoden. (Zool. Anz. 1897.)
KOLBE: Die Zwischenräume zwischen den Punktstreifen der punktiertgestreifen Flügeldecken der Coleopteren als rudimentäre Rippen aufgefasst. (14 Jahresbericht des westfäl. Prov. Vereins f. Wissensch. u. Kunst 1885.)
KORSCHELT-HEIDER: Lehrbuch der vergleich. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere I. u. II. Heft. (Jena, 1890—1891.)
KOWALEWSKY: Beiträge zur nachembryonalen Entwicklung der Musciden. (Zool. Anz. 8. Bd. 1885.)
E. KRÜGER: Ueber die Entwicklung der Flügel der Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer. (Inaugural-Dissertation der phil. Fakult., Göttingen, 1898.)
LANDOIS: Beiträge zur Entwicklungsgesch. d. Schmetterlingsflügel in Raupe u. Puppe. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 21. Bd. 1871.)
MARSHALL, WM. S.: The Development of the Wings of a Caddisfly Platyphylax designatus Walk. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 105. Bd., 4. Heft, 1913.)
MEYER A. G.: The development of the Wings Scales and their Pigment in Butterflies and Moths. (Bullet. of the Mus. of comparativ Zoology. Vol. XXIX. Cambridge 1896.)
MÜLLER F., Ueber die Entwicklung der Insektenflügel. (Jeanische Zeitschr. f. wiss. Naturgesch. Bd. IX.)
PANCRITIUS P.: Beiträge zur Kenntniss der Flügelentwicklung bei den Insekten. (Inaug. diss. Königsberg, 1884.)
J. VAN REES: Beiträge zur Kenntniss der inneren Metamorphose von Musca vomitoria. (Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. 3. Bd. 1889.)
REHBERG: Ueber die Entwicklung des Insektenflügels an Blatta geramnica. (Jahresber. des kön. Gymnas. zu Marienwerder 1885—86.)
SEMPER C.: Ueber die Bildung des Flügel, Schuppen u. Haare bei Lepidopteren. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 8. Bd. 1856.)

SCHÄFFER C.: Beiträge zur Histologie der Insekten. (Spengels Zool. Jahrb. 3. Bd. Abt. f. Anat. 1889.)

ŠULC K.: Monographia generis Trioza Foerster sp. reg. palaearkt. (Königl. böhm. Gesellsch. der Wiss. 1910.)

— : Úvod do studia, synoptická tabulka a synopt. katalog druhu r. Psylla, palaearktické oblasti. (Král. česk. spol. nauk 1910.)

— : Über Respiration, Tracheensystem u. Schaumproduktion der Schaumcikadenlarven (Aphrophorinae-Homoptera). (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XCIX. 1911.)

TOWER W. L.: The origin and bevelopment of the wings of Coleoptera. (Zool. Jahrb., Anat. Vol. XVII. 1903.)

VERSON E.: Schmetterlingsflügel und die sog. Imaginalscheiben derselben. (Zool. Anz. 1890.)

VERSON E.: La Formazione delle Ali nella larva del Bombyx mori. (Stazione Bacologica Sperimentale, publicazioni sovvenute dal ministero di Agricolt. Ind. E. Comm. Padowa 1890.)

WEISMANN: Die nachembryonale Entwicklung der Musciden. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 14. Bd. 1864.)

— : Metamorphose von Corethra plumicornis. (Zeitschr. f. wissensch. Zool. 16. Bd. 1866.)

— : Ueber die Duftschuppen. (Zool. Anz. 1. Jahrg. 1878.)

WITLACZIL E.: Zur Anatomie der Psylliden. (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLII. 1885.)

---

XXV.

# Die Morphologie und Physiologie der Haftscheiben der Blepharoceridenlarven.

(Mit 10 Textfiguren.)

Von **Julius Komárek.**

(Aus dem zoologischen Institute der böhm. Universität.)

Vorgelegt in der Sitzung am 23. Oktober 1914.

Die Haftscheiben, die eben das Objekt dieser Arbeit bilden, befinden sich an den Larven der hochinteressanten Dipterenfamilie »Blepharoceridae«, die zu den typischen Bewohnern der Gebirgswässer besonders der Gletscherbäche der Hochregionen gehören. Es muss die seltsame Lebensweise dieser Tiere eingehender beschreiben werden, wenn die hohe Organisation des Saugnapfes verständlicher gemacht werden will, da sie mit der Lebensweise innig zusammenhängt.

Im Mittelgebirge finden wir die Blepharoceriden selten, aber auch auf Hochgebirgen, deren oberflächlicher Charakter keine grössere Höhendifferenzen aufweist, kommen sie nicht vor. Rasche, schnellfliessende Bäche, wilde und reissende Gletscherströme, Wasserfälle u. s. w. sind die Lieblingsstellen dieser seltsamen Tiere. In grösseren Kolonien sitzen die Larven mittels Saugnäpfen an den Steinen und zwar an solchen Stellen der Gewässer, wo man glauben möchte, es sei einem Wassertiere sich festzuhalten unmöglich. Hier umwandeln sich die Larven in Puppen, die in Gruppen mit den Köpfen in die Höhe gerichteten fest an den Steinen angeklebt sind; oft tief unter der Wasseroberfläche. Die Ima-

gines, die wie eine kleine Tipula aussehen, fliegen langsam oberhalb des Wassers oder sitzen an den Uferpflanzen. Es ist zwar richtig, dass die Blepharoceriden auch in weniger wilden Gebirgsbächen leben (in Gesellschaft der Simulien, Plecopteren u. s. w.), wo ihre Organisation ziemlich überflüssig erscheint. Diese wird uns aber sofort klar, wenn wir sie in den milchtrüben, reissenden Gletschergewässern erblicken, wo sich das Wasser mit furchtbarer Kraft an hervorstehenden Felsblöcken (d. h. an Stellen, die von den Larven mit Vorliebe aufgesucht werden) zerschlägt. Das ist das eigentliche Milieu, woran die Tiere angepasst sind. Der sonderbare Körperbau der Larven, der fast die Höhe der Anpassung der torrenticolen Fauna zeigt, ist sonach verständlich. Der asselartige Körper (dorsoventral abgeplattet) mit beinartigen Anhängen, der stark chitinisierten Dorsalseite und der weichen Ventralpartie besteht aus einem Kopfbrustsegment und deutlichen 5 Hinterleibsegmenten, deren letztes aus drei zusammengesetzt ist. Jedes der 6. Körpersegmente trägt an der Ventralseite in der Mitte einen grossen, runden Saugnapf. Das ist der eigentliche Bewegungsapparat, mittels welchem die Larven an den Steinen herumkriechen.

Sehr merkwürdig ist die Kraft, mit welcher die Saugnäpfe haften. Es verursacht ziemliche Mühe um die Larve loszumachen, so dass das Tier leichter entzweizureissen als von der Unterlage abzunehmen ist. Es muss also die Organisation der Haftscheibe sehr vollkommen sein, wie es auch die ganze Lebensfristung der Tiere erfordert. Bloss ein Autor beschreibt etwas genauer die Haftscheiben der Blepharoceriden und zwar V. Kellogg, dessen Abbildung und Beschreibung obzwar sehr kurz und ungenügend ist, jedoch die Grundrisse des Baues und der Funktion ziemlich gut darstellt.

Das Interesse, wie diese Haftscheibe eigentlich organisiert ist, veanlasste mich zu dieser Arbeit. Jene genaue Wirkung, der kein Saugapparat weder bei Insecten noch im ganzen Tierreich gleichen kann, ist bisher nirgends genauer beschrieben und erklärt, und da ich den wichtigsten Gegenstand zur vollendung dieses Themas — das Arbeitsmaterial — be-

sass, entschloss ich mich den Bau der Haftscheibe näher zu untersuchen.

Das Material wurde gelegentlich auf einer Reise nach Südarmenien und in den Kaukasus gesammelt und besteht aus Larven neuer Arten, die ich da gefunden habe.[1]) Es ist

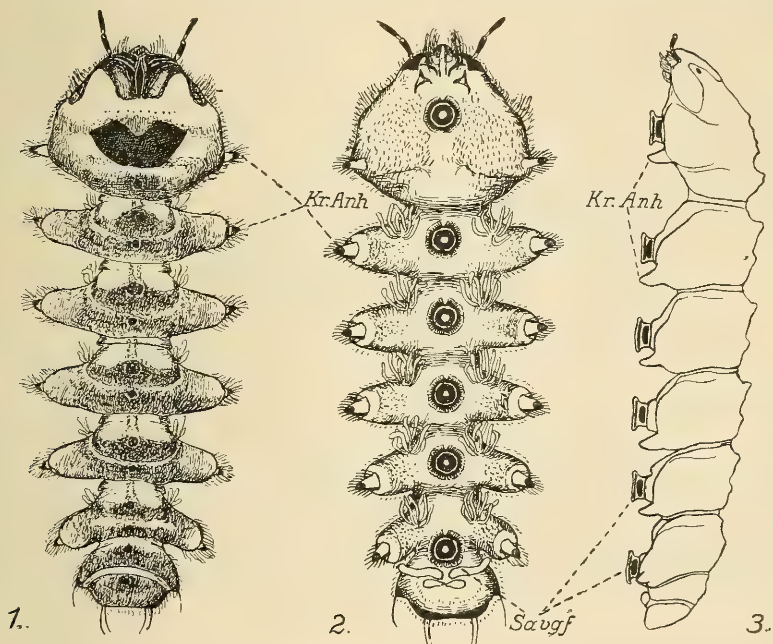



Fig. 1. Larve der *Blepharocera armeniaca* Komárek. Dorsalseite.
Fig. 2. » » » » Ventralseite.
Fig. 3. » » » » Seitenanblick
*Saugf* = der Saugnapf, *Kr. Anh.* = die Krallenartige Anhänge.

dies die Larve der *Blepharocera armeniaca Komár.*, die in den Gebirgsbächen der Umgebung des Städtchens Ordubat an der russisch-persischen Grenze in grösserer Menge konserviert wurde. Diese Art bildete das Hauptobjekt der Untersuchungen. Nebstdem wurden zum Studium auch Larven einiger kaukasischen Liponeura-Arten benützt, besonders eine Larve,

---

[1]) J. Komárek: Die Blepharoceriden aus dem Kaukasus und Armenien. Sitzungsberichte d. königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften in Prag 1914.

deren Imago unbekannt ist, und die ich als Larve aus Bečo anführe. Das kaukasische Material stammt aus Svanetien am Südabhang des Kaukasus in Lečchumsky újezd, Kutaische Gubernie. Zuletzt wurde auch die Larve der *Liponeura brevirostris Löw.* mit den früheren verglichen. Die letzte Art wurde im Böhmerwald gefunden.

Alle Larvenarten wurden auf gleiche Art behandelt d. h. mit Carnoy-Gemisch fixiert und in 90% Alk. aufbewahrt. Nach Behandlung mit Cödernholzöl und Tetrachlor wurden sie in Paraffin (55° C) eingebetet und geschnitten. Die Schnitte wurden mit Haidenh. Hämatoxylin, meistens aber mit Brasilin gefärbt.

## Morphologischer Teil.

Die Haftscheiben, von welchen jede Larve 6 besitzt, liegen auf der Ventralseite in der Längenachse des Körpers und zwar jeder Saugnapf in der Mitte des Körpersegmentes. Fig. 2. zeigt die Position der Organe und auch ihre Umrisse, die bei Ventralanblick als kreisrunde radier strukturierte, scheinbar aus drei lichtgelben und zwei dunkelbraunen koncentrischen mit einander wechselnden Ringe zusammengesetzten Scheiben erscheinen. Im Centrum sehen wir eine runde Fläche mit wabenartiger Zeichnung. So wird die Haftscheibe abgebildet.

Bei Seitenanblick sehen die Saugnäpfe wie niedrige, zylindrische Hautausstülpungen aus, in denen zwei parallele, dunkle Chitinschichten durchscheinen. So erscheint die Haftscheibe bei makroskopischer Betrachtung. Denselben Weg werden wir bei Mikroskopischer Untersuchung einschlagen.

An Querschnitten (Fig, 4, 5, 6) sehen wir, dass der Saugnapf eine Hautfalte vorstellt, die durch einen tiefen Einschnitt von der übrigen Körperdecke abgegrenzt wird. Dieser Hauteinschnitt *(Hesch)* wird auf seinem inneren Ende *(E. Hesch)* von zwei starken Muskeln erfasst (Fig. 4, 5, 6), die schief hinauf zur Dorsalseite verlaufen, wo sie sich unweit des Körperrandes befestigen. Die beiden Muskeln liegen in der Transversalebene des Körpers und divergieren zur Rückenseite in einen beinahe rechten Winkel. Deshalb wer-

den sie nur an Querschnitten angetroffen. Die bezeichnete runde Hautfalte stülpt sich sodan in der Mitte ein und bildet einen säckchenartigen Hohlraum, der den eigentlichen Luftpumpenapparat vorstellt. Dieses Säckchen *(ChSk.)* hat die Form einer Halbkugel, deren Wände mit dicker Chitinschicht ausgekleidet sind. Fig. 6 zeigt das Verhältnis des Säckchenchitins zu den übrigen Chitinschichten. Das dicke, stark färb-

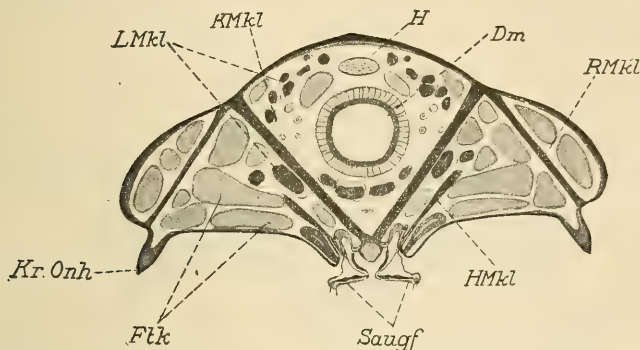



Fig. 4. Querschnitt durch den Larvenkörper, die Mitte des Saugnapfes treffend.
*Saugf* der Saugnapf, *KrAnh* die Krallenartigen Anhänge, *H* das Herz, *Dm* der Darm, *Ftk* der Fettkörper, *HMkl* die Muskeln des Hauteinschnittes, *KMkl* die Kegelmuskeln, *LMkl* d. Längsmuskulatur, *RMkl* die Randmuskeln.

bare Chitin der Säckchenwand liegt scheinbar in der dünnen Chitinkutikula der Hautfalte. Der Hohlraum dieser Einstülpung öffnet sich mit kleiner kreisrunden Öffnung in die Unterseite der Haftscheibe (Fig. 7 *Ofn.*). Durch diese Öffnung kann Luft und Wasser in den halbkugeligen Hohlraum des Säckchens eindringen. Wenn also in diesem eine Luftverdünnung entstehen soll, müssen zuerst die beiden Elemente hinausgepresst werden, um das nötige Vacuum zu erhalten. Darum sind auch die Wände des Säckchens so stark gebaut, um dem atmospherischen Druck resistieren zu können. Es muss hier deshalb ein Mechanismus existieren, der aktiv fungiert.

Dies besorgt ganz nach Art einer guten Luftpumpe ein starker Chitinkegel der oberhalb des Säckchens liegt und

mit seiner Spitze in die rundliche Öffnung zielt. Sein Bau (Fig. 6 *ChKl.*) ist folgender: Zwei starke, dorsoventrale Muskeln, die sich an der Decke des Säckchens befestigen und vereinigen, bildeten durch direkte Umwandlung der Muskelfibrillen und -zellen in Chitin den Kegel. Er ist also nicht durch Absonderung, sondern durch Chitinisierung der Distalenden der Muskeln enstanden. Es lässt sich dies ganz gut an Präparaten verfolgen, wo noch die Überbleibsel der

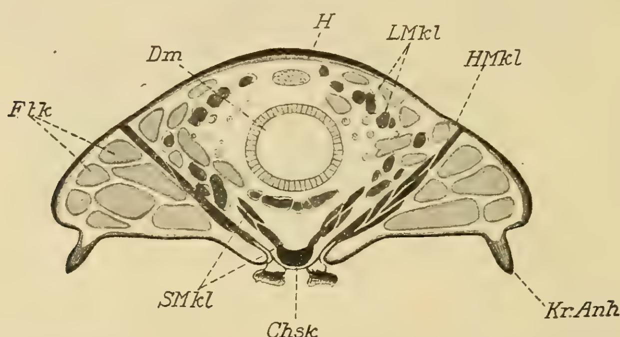



**Fig. 5. Querschnitt durch den Larvenkörper; der Saugnapf ist bloss angeschnitten worden.**
***Chsk*** **das Chitinsäckchen,** ***SMkl*** **die Säckchenmuskeln,** ***HMkl*** **die Muskeln des Hauteinschnittes; übrige Bezeichnung wie an Fig. 4.**

Muskelfibrillen und Muskelzellen zu sehen sind. Dieser Teil, wo noch die Fibrillenbündel und das Sarcoplasma deutlich auftreten, ist von lebenden und thätigen Muskeln, die in Verlängerung der Chitinisierten Teile liegen durch lichtere Streifen abgegrenzt. Es ist also zwischen beiden keine Kontinuität. Diese Abgrenzung findet statt in älteren Stadien; bei jungen Larven hängen beide Teile zusammen. Der Kegel selbst der sich proximal den Muskeln ein bischen einschnürt endet mit kleiner Fläche, die bei Ventralansicht eine interessante Stuktur zeigt (Fig. 7 *ChKl.*). Wird die Scheibe des Saugnapfes von Ventralseite betrachtet, so wird die oben besprochene wabenartige Struktur gesehen. Die Wände der Fibrillenbündel sind stärker chitinisiert als das Centrum und deshalb werden ihre polygonalen Grenzen bei Flächenansicht so schön sichtbar. In der Mitte jedes polygonalen Feldchen bemerkt man noch

einen dunkleren Fleck, der den Rest der Muskeln zeigt (Fig. 7).

Rings um den Kegel liegt eine Schichte Chitin (am Querschnitt Fig. 6 an beiden Seiten), welche am proximalen Rand mit niedrigem, fast kubischem Epithel bedeckt ist (Fig. 6 *Ep.*). Ob diese durch Chitinisierung oder durch Absonderung entstanden, ist schwer zu entscheiden. Ich möchte das erstere als richtig annehmen.

Wie gesagt entspringen aus dem Chitinkegel zwei starke Muskeln, die dorsal verlaufen, um sich an der Rückenseite in seichten Körpereinbuchtungen zu befestigen (Fig. 4 *KMkl.*). Sie liegen ebenso wie die Muskel des Hauteinschnittes (Fig. 4 *HMkl.*) in der Transversalebene des Körpers.

Das dicke stets biegsame Chitin rings des Kegels ist mit den starken, unbeweglichen Chitinwänden des Säckchens durch dünnes Hautchen verbunden.

Wir können diesen Haftorgan ganz gut mit einer Luftpumpe vergleichen. Ein Raum, in welchem sich die Nabe bewegt, stellt uns das Säckchen mit dem Kegel vor; deshalb muss auch ein glatter Rand (wie bei einem Recipienten) existieren, mittels welchem die Kommunikation mit der Aussenluft abgeschlossen wird, anders gesagt, welcher sich an die Unterlage fest anzupressen vermag.

Wie im Anfange bemerkt wurde, erscheint der Saugnapf bei Ventralanblick als kreisrunde Scheibe (Fig 7), die drei lichte und zwei dunkle mit einander wechselnde Ringe trägt. Ich erkläre diese optische Täuschung weiter unten und gehe jetzt zur eigentlichen genauen Beschreibung dieses Teiles der Haftscheibe über.

Wie erwähnt, flächt sich die Hautfalte, die den Saugnapf bildet, an der Seite, die der Unterlage zugekehrt ist, ab, wodurch ein Kreis entsteht, wie an Fig. 7 sichtbar ist. Dieser Kreis ist vollkommen rund; nur an dem vorderen Rand, d. h. Rand, der dem Kopfe zugewendet ist, befindet sich ein Keilförmiger Einschnitt. Der ganze Rand der Scheibe ist mit kleinen Borsten besetzt, die an sechs Stellen, welche in Form eines Sechswinkels zusammengestellt sind, sehr lang werden und dichte Faserbüschel bilden (Fig. 7 *Fb.*).

In der Mitte der Scheibe liegt die Öffnung, die in das Säckchen führt, und die ungefähr ein Viertel des ganzen

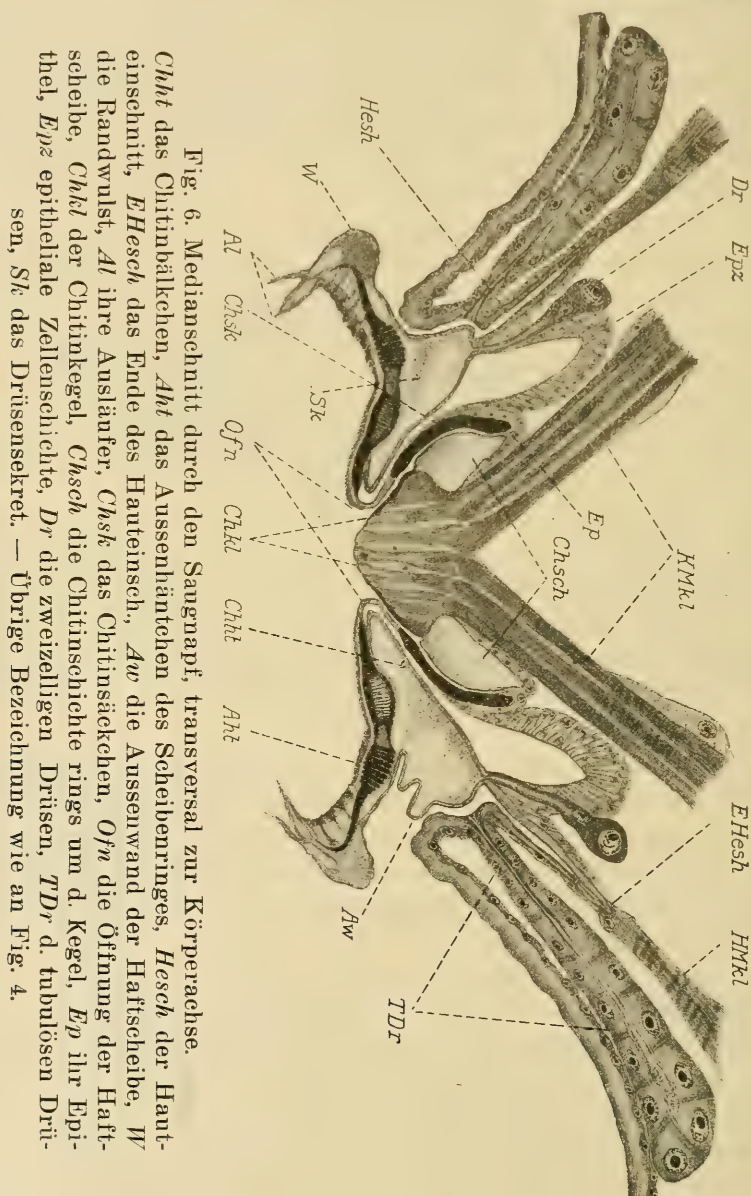



Fig. 6. Medianschnitt durch den Saugnapf, transversal zur Körperachse. *Chht* das Chitinbälkchen, *Aht* das Aussenhäutchen des Scheibenringes, *Hesch* der Hauteinschnitt, *EHesch* das Ende des Hauteinsch., *Aw* die Aussenwand der Haftscheibe, *W* die Randwulst, *Al* ihre Ausläufer, *Chsk* das Chitinsäckchen, *Ofn* die Öffnung der Haftscheibe, *Chkl* der Chitinkegel, *Chsch* die Chitinschichte rings um d. Kegel, *Ep* ihr Epithel, *Epz* epitheliale Zellenschichte, *Dr* die zweizelligen Drüsen, *TDr* d. tubulösen Drüsen, *Sk* das Drüsensekret. — Übrige Bezeichnung wie an Fig. 4.

Scheibendiametrs misst. Diese Öffnung wird durch das freie Ende des Kegels geschlossen (siehe Fig. 6), wodurch, wie

schon erklärt, die Öffnung bei Ventralanblick den Eindruck eines wabenartig strukturierten Kreises macht.

Die ganze Scheibe ist also eigentlich nur ein Kreisrunder geschlossener Ring, der aber wieder aus 5 konzentrischen zusammengesetzt ist. Der äusserste Ring ist der breiteste; er

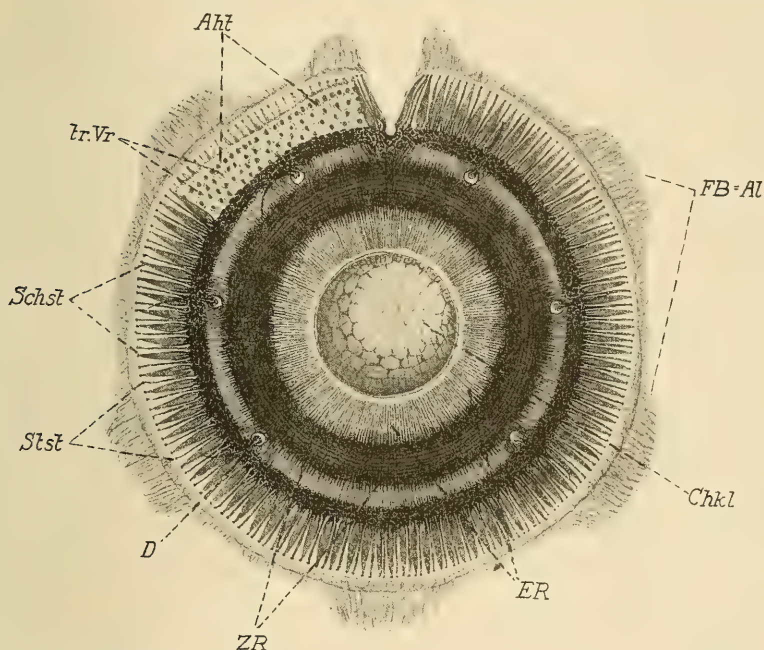



**Fig. 7. Die Ringscheibe der Saugnapfes bei Ventralanblick. (Die Öffnung im Centrum ist durch den Kegel geschlossen.)**
***ER*** **der erste lichte Ring,** ***ZR*** **der dunkle zweite Ring,** ***FB=Al*** **die Fasserbüscheln = die Hautausläufer,** ***D*** **die Dorne,** ***Chkl*** **der Chitinkegel,** ***Aht*** **das Aussenhäutchen der Scheibe,** ***tr. Vr.*** **seine trichterförmige Vertiefungen,** ***Schst*** **die Schwertstrahlen,** ***Stst*** **Stiletstrahlen.**

ist lichtgelb und bei genügender Vergrösserung zeigt er radier zusammengestellte Chitinstrahlen von zweierlei Form (Fig. 7 *Schst, Stst*).

Die einen sind dünn, stiletenförmig. Die zweiten sind viel breiter, gleicher Länge und spitzen sich dem Rande zu ab; im Ganzen ist ihre Form schwertartig. Beide Sorten der Strahlen sind so zusammengestellt das immer zwei Schwert-

strahlen einen stiletenförmigen umschliesen. Die beiden Strahlenformen enden proximal mit einer gelenkartiger Verdickung, mit der sie in die schwarze Ringschichte eingelenkt sind.

Dieser dunkle respect. schwarze Ring (Fig. 7 *Psch.*) ist der dünnste und es scheint als ob er aus ganz kleinem hexagonalen Chitinstückchen, die dicht aneinander gepresst sind, zusammengesetzt wäre. Auch dies ist eine optische Täuschung, die bei Beschreibung des Querschnittes erklärt wird. Von dieser dunklen Schichte anfangend verlaufen nach innen zarte Chitinstrahlen in radiärer Richtung hindurch bis zum Öffnungsrande. Diese Zone ist aus drei konzentrischen Ringen, selbstverständlich nur was Farbe anbelangt, zusammengesetzt. Der erste, der Die Öffnung umschliesst, ist der kleinste im Durchmesser, dessen Breite ist aber so gross, wie bei den folgenden zweiten (Fig. 7 *ER*, *ZR*). Der zweite ist dunkelbraun und ist in Form konzentrischen Kreise schwarz liniert. Der dritte Ring ist wieder lichtgelb, aber so schmal, wie dunkler vierte. In jenem befinden sich sechs kleine, rundliche Öffnungen, die so angeordnet sind, dass sie annähernd mit den Borstenbüscheln am Rande wechseln. Dass ist aber nicht immer der Fall; und die Seiten, die dem Körperende zugekehrt, sind stets ohne derartige Gebilde. In jeder Öffnung ist ein langer, gebogener Dorn eingelenkt (Fig. 7 *D*), selten habe ich zwei vorgefunden. Diese Dorne verengen sich beträchtlich gegen das Ende und sind, wie es scheint, leicht beweglich und biegsan, weil man bemerkt, dass sie in verschiedenen Richtungen umgebogen sind. Ihre Funktion wird weiter unten erklärt.

Das ganze hier beschriebene Gebilde d. h. die ganze Scheibe ist, mit Ausnahme der Centralöffnung und der Dorne, von dünner, durchsichtigen Kutikula überzogen. Dieses Häutchen ist die eigentliche Wand der Hautfalte, deren Kontinuität an dem Querschnitte (Fig. 6 *Aht*) zu sehen ist. Auch diese zarte Kutikula hat einen eigentümlichen Bau, der ebenfalls der Haftfunktion des ganzen Organs angepasst ist. Bei Flächenansicht ist deutlicher nur die Randzone zu sehen, die dicker ist und deshalb markanter hervortritt. Der distale Ring, wo sich die Schwertstrahlen befinden, ist von die-

sem Häutschen überzogen, welches bei kleinerer Vergrösserung, wie dicht punktiert aus sieht. Bei stärkerem Objektiv bemerkt man, dass es sich um kleine trichterförmige Vertiefungen handelt, die einen punktierten Rand haben (Fig. 7 *tr. Vr.)*. Diese Einrichtung fand ich nur bei *Blepharocera armeniaca* Komár. Die Haftscheiben der Larven des *Liponeura*-typus haben das betreffende Häutchen abweichend eingerichtet, in dem austatt. der Vertiefungen bloss dichter Borstenbesatz entwickelt ist. Dieser ist nahe dem Rande sehr hoch und dicht, verkleinert sich aber allmählich gegen Centrum. Der Unterschied der beiden Larventypen ist sehr interessant, da ich sonst nach älterer Systematic bei den Larven, die ich im Kaukasus gefunden habe, nur nach den Imagines bestimmen konnte, ob sie dem Liponeura oder Blepharocera-genus angehören.

Die kaukalischen *Liponeura*-Larven gleichen im ganzen Bau den Blepharoceralarven aus Amerika und Armenien, so dass mann ihre Gattungszugehörigkeit nur mit Hilfe der Imagines bestimmen kann. Würde es sich zeigen, dass dieser Unterschied in Haftscheiben der beiden Gattungen, bei allen bisher bekannten Arten gilt, so hatte dies einen wichtigen praktischen Wert, da viel öfters Larven gefunden werden als Fliegen. Ich mache deshalb auf diesen Unterschied aufmerksam.

Bei Beschreibung der Scheibe ging ich von der Betrachtung der Ventralseite aus. Wir sehen, wie immer noch rätselhaft diese ganze Einrichtung erscheint. Wozu dienen die Chitinstrahlen und die Dorne? Wie sollen wir uns die fünf konzentrische verschieden gefärbte Ringe erklären? Was sind die trichterförmige Vertiefungen etc.?

Die Erklärung der merkwürdigen Organisation geben die Querschnitte.

Die Schnitte, die in der Längsachse des Larvenkörpers geführt wurden, zeigten sich weniger geeignet als diejenigen, die in der Transversalebene angefertigt wurden. Zur Erklärung des folgenden dienen die Fig. 6., 8., 9.

Wir sehen, dass die Kutikula des Einschnittes, der den Saugnapf vom Körper trennt, in Falten hinunter steigt, und hier die ringförmige Scheibe bildet; sodann stülpt sie sich

wieder ein um das Chitinsäckchen zu bilden. Diese Ausstülpung respect. Scheibe, die eben bei Ventralanblick beschrieben wurde, hat nach Querschnitten folgende Organisation:

Die äussere Körperdecke, die sich an der Aussenseite der Haftscheibe befindet, ist dünn (Fig. 6 *Aw*); sie legt sich in mehrere Falten zusammen, da sie, wenn der Saugnapf los wird und wenn sich die Scheibe mehr vertikal stellt, eine grössere Fläche, als Fig. 6 zeigt, bedecken muss. Nahe dem Rande verdickt sie sich sehr stark zu einer Wulst (Fig. 6 *W*), die aber weich und plastisch bleibt. Eine feine Struktur in Form verticaler Fasern ist in letzterer sichtbar. Die Wulst verengt sich wieder und die Kutikula, die ihre frühere Dicke besitzt, bildet ganz am Rande zwei scharfe, hohle und ziemlich lange Ausläufer, die durch einen dünnen Chitinstrang mit dem Inneren der Scheibe verbunden sind (Fig. 6, 8, 9, *Al*). Beide sind mit langen Borsten bedeckt. Die Ausläufer so wie sie abgebildet sind, sehen wir nur an Querschnitten, die durch die oben besprochenen Randfasernbüscheln geführt wurden. Es sind also diese Büchseln aus einer Reihe langer Hautausläufer, die mit Borsten bewachsen sind, zusammengesetzt (Vergleiche Fig. 7 und 8, 9 *Tb-Al*). An Schnitten, die durch die übrigen Randstellen geführt wurden, ist der obere Ausläufer ganz klein, der untere verkürzt sich ebenfalls ein bischen und die Wulst ist ganz niedrig.

Fortsetzung der Kutikula bildet das dünne Häutchen, welches, wie schon bei Ventralbetrachtung bemerkt wurde, die Unterseite der Scheibe überzieht und welches dann am Rande der Saugöffnung in die Wand des Säckchens übergeht. Dieses als ziemlich durchsichtig bezeichnete Häutchen, dessen trichterförmige Vertiefungen oder Borstenbesatz erwähnt wurden, dient als Apparat, der das Eindringen des Wassers in das Chitinsäckchen verhindern soll. Die Einrichtung ist analogen Apparaten ähnlich.

Am Querschnitte ist zu sehen, dass unweit der Öffnung ganz kurze, feine Härchen das Häutchen bedecken; welche distalwärts immer stärker und länger werden bis sie nahe dem Rande ihre grösste Länge erreichen. Von hier an verkleinern sie sich wieder allmählich bis ganz am Rande ihre ursprüngliche Kürze finden. Alle (Fig. 9. *B.*) Borsten sind

nach Innen, also der Öffnung zugewendet. Diese Einrichtung fand ich bei den Liponeura Larven und zwar bei allen kaukasischen Formen und auch bei der Larve der europäischen Liponeura brevirostris Loew. Hier sind also keine trichterför-

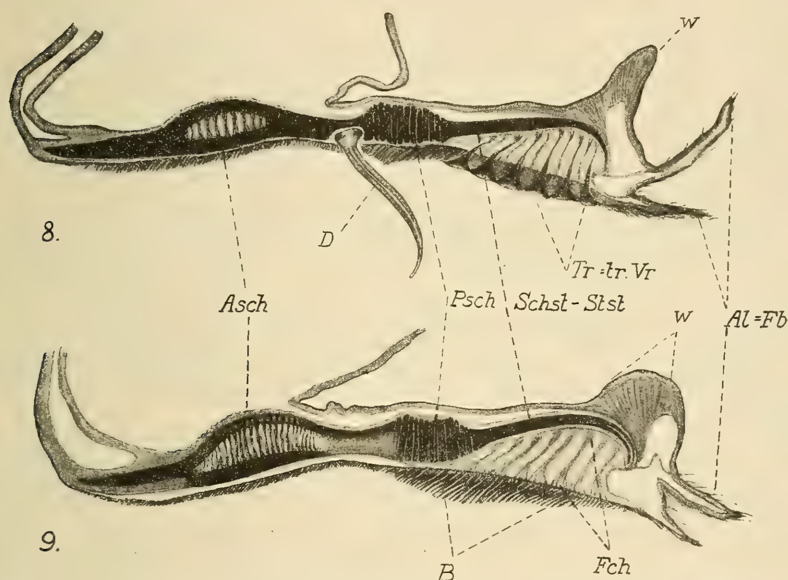



Fig. 8. Ein Durchschnitt der Ringscheibe des Saugnapfes. (*Blepharocera armeniaca* Komárek).

Fig. 9. Ein Durchschnitt der Ringscheibe des Saugnapfes. (Larve einer *Liponeura*).

*Asch* die Halbkugelformige Anschwellung des Strahlen, *Psch* die Palissadenschichte, *D* d. Dorn, *Tr=tr. Vr.* die Trichter des Aussenhäutchens, *B* die Borsten an demselben, *Fch* die Fächer der Fibrillenstränge, *Al=Fb* die Ausläufer der Körperhäut am Scheibenrande. *Schst Stst* die krallenartig gebogene Stilet oder Schwertborsten, *W* die Wulst.

mige Vertiefungen vorhanden. Diese konstatierte ich bei den Larven der einzigen Blepharocera-Art die ich gefunden habe und die an der russisch-persischen Grenze als neue Art Blepharocera armeniaca Komár. gesammelt wurde. Das äussere Häutchen ist von der Öffnung anfangend ebenfalls mit anfangs kurzen, dann allmählich längeren Borsten bedeckt; der Teil jedoch, der bei Ventralanblick als der äusserste, lichte

Ring erscheint und der an dem Querschnitte nahe dem Rande liegt, ist anders eingerichtet.

Hier liegen die sogen. trichterförmigen Vertiefungen, die wie auf Fig. 8. *tr. Vr.* sichtbar ist, wirkliche Trichter mit einer seichten kegelartigen Grube verstellen. Jeder Trichter verschmält sich zu einem dünnen Chitinstrang, der sich in das Innere der Hautfalte verlängert um mit dem Ende, welches sich plötzlich in fächerartig angeordnete Fibrillen zerteilt, in die Wand des Chitinüberzuges der Strahlen einzusinken (Fig. 8. *Fch*). Gleiche chitinstränge existieren in den Haftscheiben der Liponeuralarven. Nur sind diese deutlich aus Chitinfibrillen zusammengesetzt, die an beiden Enden fächerartig ausseinander treten (Fig. 9. *Fch.*). Der Fächer, welcher den Borsten zugekehrt ist, hat die Form eines Trichters und es liegt an der Hand, dass die Trichter der Blepharocera-Larve aus den Borsten und Fibrillenfächer durch zusammenfliessen entstanden sind.

Diese Einrichtung scheint eine Bedeutung als sekundärer Ausaugungsapparat zu haben; wahrscheinlicher ist jedoch die Ansicht, dass dieselbe bloss zum Ansammeln des Klebesekretes dient. Nun gelangen wir zur Erklärung der Chitinstrahlen und der dunklen Ringe, wie wir sie an der Haftscheibe sahen. (Fig. 7.)

An Fig. 6. sehen wir dass dort, wo die grosse zweizellige Drüse mündet, also and der Innenseite des Kutikulareinschnittes, sich ein Chitinbälkchen ansetzt, das von der äusseren Wand schief durch das Innere der Hautfalte verläuft, sich am Rande der Öffnung parallel mit der Kutikula umbiegt und den Chitinstrahl von oben und unten sozusagen umfasst (Fig. 6 *Chht.*). Das, was ich als Bälkchen bezeichne, ist selbstverständlich nur ein Flächenquerschnitt einer Chitinhaut, die in einem Kreise der zur Vertikalachse der Haftscheibe symmetrisch ist, die beiden Wände der Hautfalle auseinanderspreizt.

Unweit der Öffnung, ungefähr dort, wo an der Unterseite der Scheibe die Borsten anfangen, verschmelzen die Kutikula mit den »Chitinbälkchen« und dort fangen die starken Chitinstrahlen an. Das Chitin der letzteren ist stark färb-

bar und selbst an ungefärbten Präparaten unterscheidet es sich von anderen Hautpartien durch seine Dicke.

Jeder Strahl fängt proximal mit scharfer Spitze an, verstärkt sich allmählich ein wenig, bis er plötzlich halbkugelförmig anschwillt. Diese Anschwellung sieht an wenig gefärbten Präparaten ganz anders aus. (Fig. 9. *Asch.*)

Der Strahl zerteilt sich dann scheinbar in zwei Schichten. Die untere verläuft parallel der Scheibenwändung, die obere ist gewölbt, hat eine viel grössere Oberfläche und ihre Struktur scheint wie grob gekörnelt. Zwischen beiden Schichten verlaufen vertikale Chitinstränge, die aus Fäden zusammengesetzt sind und deren Enden stark chitinisiert sind; letztere verursachen die grobe Körnellung der oberen Schichte. (Fig. 9. *Asch.*)

Hinter dieser Anschwellung verengt sich der Strahl spullenartig; sein Chitin ist homogen. Am Ende der Spulle fängt das sog. Palissadenchitin an. Diese Palissadenschicht besteht aus einem System kleiner Pfähle, die vertikal und in schwachen Bogen dicht neben einander stehen. (Fig. 9. *Psch.*) Dieses Gebilde errinnert an ähnliche Chitinstruktur in den Haftscheiben des *Dytiscus marginalis* und Blunck nennt sie ebenfalls Palissadenschicht.

An diese Schichte legt sich am Distalende die Gelenkfläche des letzten Abteiles der Strahlen und zwar der Schwertstrahl respect. Stiletstrahl an. Letzterer sieht wie ein langer sehr starker Dorn aus, der mit breiter Gelenkfläche anfangend sich allmählich verengt, so dass er am Rande ganz scharf endet. Das Ende selbst biegt sich Krallenartig nach innen zu um. (Fig. 6, 8, 9 *Schst.*, *Stst.*) In dem Raum zwischen der Wölbung der Randstrahlen (Schwertstr.) und dem Häutchen der Scheibe liegen die Chitinstränge der Trichter und der Borsten.

Es ist ziemlich schwer die Strahlen so zu beschreiben, dass man sich ihre Organisation vorstellen kann und ich weise deshalb auf die Fig. 6, 8, 9 hin, wo der Bau der Scheibe deutlich abgebildet ist.

Es sei nur erklärt, wodurch die verschieden gefärbten respect. lichte und dunkle konzentrische Ringe der Scheibe verursacht werden.

Das äussere Häutchen, welches die Borsten oder Trichter trägt, ist durchsichtig und sind bei Ventralanblick deutlich nur die radiär angeordneten Chitinstrahlen zu sehen. Werden noch einmal die Querschnitte des Scheibenringes mit Fig. 7. verglichen, so sehen wir folgendes: der innerste Ring ist lichtgelb, der zweite ist dunkelbraun, konzentrisch liniert und beide sind von gleicher Breite; der dritte Ring ist abermals lichtgelb, der vierte fast schwarz gefärbt und scheinbar aus hexagonalen Chitinstückchen zusammengesetzt. Diese beide Zonen sind von gleicher, jedoch gegen die vorherigen Ringe viel schmäleren Breite.

Der letzte Ring ist der breiteste, er ist lichtbraun. Seine Strahlen sind anders geformt und mie dem proximalen Ende in die dunkle Schicht eingelenkt; sie sind demnach selbständig.

Wenn nun der Querschnitt des Strahls, an welchem wir ebenfalls fünf verschiedene Partien bemerken, verglichen wird, so wird gefunden, dass die erste Partie die d ü n n e Schichte vom Anfang des Strahls bis zur Anschwellung einnimmt. Die zweite Partie wird durch die halbkugelförmige Anschwellung gebildet. Im Innern befinden sich, wie beschrieben, die verticalen Chitinfäden. Beide Teile sind fast gleich lang. Der dritte Teil ist die spullenförmige Verdünnung; der vierten, der so lang ist wie der dritte, bildet dann die hohe Palissadenschichte, die aus verticalen Chitinpfählchen zusammengesetzt ist. Der letzte Teil endlich ist der längste und besteht aus dem krallenartig gebogenen Randstrahl.

Das Verhältnis des Chitins zur optischen Wirkung ist völlig klar. Dort, wo das Strahlenchitin verdickt ist (also im 2. und 4. Teile), macht es bei Flächenansicht den Eindruck dunkler Ringe (der 2. und 4. Ring). Ihre Breite deckt sich vollkommen mit der Länge der Chitinpartien. Die Zeichnung der einzelnen Ringe ist eine vertikale Projection der Chitinstruktur. Der erste dunkle Ring, der von der halbkugelförmigen Anschwellung gebildet wird, zeigt eine Querlinierung in Form koncentrischer Ringe. Die Linierung ist nichts anderes als die Projection der vertikalen Chitinstränge, die im Innern der Anschwellung verläufen. Der zweite dunkle Ring scheint wie zusammengesetzt aus hexagonalen schwarzen

Feldchen — eine Projection der vertikalen Pfähle der Palissadenschicht.

Es bleibt noch die Erklärung der sechs Dorne, die im dritten Ring sitzen, übrig. An Fig. 8 sehen wir, dass jeder mit seinem knopfartig erweitertem Basalteil in dem spullenförmigen Teil (den 3.) eingelenkt ist und mit freiem Ende gegen die Unterseite der Scheibe hervorragt. Ein feines Lumen

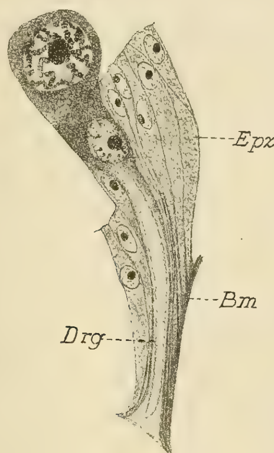



**Fig. 10. Die zweizellige Drüse, deren Ausführungsgang in die Chitinhaut mündet und deren Sekret die Unterseite der Haftscheibe befeuchtet.**
***Drg*** **der Drüsengang,** ***Epz*** **die epitheliale Zellenschicht,** ***Bm*** **die Basalmembran.**

verläuft durch den ganzen Dorn bis zu seinem stark verengten Ende. Angelegt erreicht derselbe mit seiner Öffnung in die Mitte der Trichter-(Borsten-)zone. Um seine funkcionelle Bedeutung zu begreifen, müssen wir noch den letzten Teil der ganzen Organisation dieser Saugnäpfe beschreiben.

Von der äusseren Wand des Chitinsäckchens zur inneren Kutikula des Hauteinschnittes erstreckt sich im scharfen Bogen eine epitheliale Zellenschichte. Sie besteht aus hohen, schmalen, cylindrischen Zellen, deren Kerne im Distalende liegen und deren Plasma sich sehr schwach färbt. Sie verengen sich zum Proximalende, mit welchem sie an einer un-

deutlich abgegrenzten Basalmembran festsitzen. In dieser Zellenschichte (Fig. 6. *Epz.*) liegt unweit des Hauteinschnittes eine grosse zweizellige Drüse, deren Ausführungsgang in die Öffnung des »Chitinbälkchens«, dort wo es sich dem Kutikulareinschnitte ansetzt, mündet. Die Drüsse ist keulenförmig; die Terminalzelle besitzt einen grossen Kern mit deutlichen Chromosomen. Ihr Plasma hat eine schaumartige Struktur.

Die zweite Zelle besitzt einen kleineren Kern und das Plasma ist sehr fein. Sie übergeht in einen langen, schmalen Ausführungsgang, dessen Lumen mit feiner, zackiger Chitinmembran ausgekleidet ist (Fig. 10 *Drg).*

Es sind zwei solche symetrisch gegeneinander liegende Drüsen vorhanden, die an Querschnitte, die vertikal zur Körperachse geführt werden, anzutreffen sind.

In dem Raum, in welchen die Drüssen münden, finden wir Anhäufungen stark lichtbrechender Körnelchen, die als Sekret angesehen werden müssen. (Fig. 6. *Sk.*)

Der Raum, wo sich das Sekret befindet, ist geschlossen, nur durch das Lumen der Dorne kommuniciert er mit der Aussenwelt. Das Sekret ist sicher eine Klebesubstanz, den andere Eigenschaften wären aus der Gesammtorganisation des Saugnapfes, nicht gut begreiflich.

Ist es ein Klebesekret, so hat es nur damals Bedeutung wenn es die Unterseite der Scheibe befeuchten kann, um das Eindringen des Wassers zu verhindern.

Dies besorgen unzweifelhaft die Dorne, denn sie sind die einzigen Öffnungen des Raumes.

Das Sekret tritt also in das Lumen, steigt bis hinaus, wo ich es oft als kugelige Anhäufungen am Ende der Dorne fand. Werden dann diese beim Ansaugen umgebogen, so befeuchtet das Sekret die Borsten oder sammelt sich in den Trichtergruben an.

Es ist jedoch (nach meinem Befunde) nur ein Paar Drüsen vorhanden, wogegen die Zahl der Dorne dreifach ist.

Diesen Umstand ist so zu erklären, dass das Vorhandensein von sechs Ausführungsgängen durch die Bestrebung bedingt ist, das Sekret womöglich gleichmässig auf dem Scheibenringe zu verteilen; deshalb sind die Dorne so symmetrisch angeordnet und so beweglich.

Neben diesen paarigen finden wir an Horizontal- und Querschnitten grosse tubulose Drüssen, die scheinbar ausser dem Bereiche des Saugnapfes liegen. Sie liegen zwischen der Körperkutikula und der äusseren Wand des Hauteinschnittes und ihr Ausführungsgang mündet dort, wo sich die Kutikula nach innen umbiegt. (Fig. 6. *Tdr.*)

Ihre Länge gleicht fast dem Durchmesser des Saugnapfes. Ihre Wandung besteht aus grossen rhombischen, sogar plattgedrückten Zellen, welche am Distalende ihre grösste Höhe und Breite haben und von dort der Mündung zu sich allmählich verkleinern und mehr kubisch werden, bis sie in das Körperepithel übergehen. Ihre Struktur ist fädig, mit den Fäden perpendiculär gegen das Drüsenlumen gerichtet. Das Distalenden der Zellen färbt sich immer dunkler und lässt die Fädenstruktur nicht erkennen. Die Kerne sind oval oder rund (je nach Form der Zellen) sehr gross und ihr Chromatininhalt ist ziemlich reich. Jeder Kern hat einen grossen Nucleolus. Der Drüsengang ist mit feiner Chitinschichte ausgekleidet, welche gegen die Mündung stärker wird und sich dann mit Haiden. Hämatoxylin fast schwarz färbt. Im Innern des Ausführungsganges ist das Sekret, welches ganz gleich aussieht wie das Sekret der Klebedrüssen, zu bemerken.

Von diesen tubulösen Drüssen sind drei Paare vorhanden und bemerkt man sie am besten an Horizontalschnitten, wo sie wie an der Peripherie eines Kreises angeordnet sind.

Je zwei sind immer symmetrisch zur Verticalachse des Saugnapfes gelegen, und zwar so, dass ein Paar in der Längsachse des Körpers liegt und die übrigen zwei Paare quer dazu. Welche Bedeutung haben diese Drüsen? Sie sind nicht mehr im Bereiche des Saugnapfes und doch zeigt ihre Zahl, Anordnung und Sekret, dass sie mit der Funktion des Saugnapfes zusammenhängen. Meiner Ansicht nach ist ihr Sekret ebenfalls ein Klebesekret, dass zur Isolation der Haftscheibe gegen das Wasser dient. Da die Mündung der Drüse dicht neben der Aussenwand der Hautfalte liegt, wird das Sekret bei fortwährender Berührung der beiden Wände im Lebenszustande der Larven, an diese übertragen.

An der Oberfläche der Hautfalte rinnt es dann hinunter bis es den Rand erreicht, wo es sich wahrscheinlich zwischen

den Randborsten (Ausläufern) der Wulst und der Unterlage ansammelt. Das Sekret verhindert dann gänzlich das Eindringen des Wassers.

Dies wären mit Ausnahme der Muskulatur alle wichtigen Teile des Saugapfes. Letztere wird bei Erklärung der Funktion besprochen.

## Physiologischer Teil.

Im folgenden will der Mechanismus des beschriebenen Organs geschildert und die Detailfunktion der einzelnen Komponenten mit der physiologischen Bedeutung der Haftscheibe in Einklang gebracht werden.

Den Grundgedanken des Haftscheibenbaues der Blepharoceriden als einer Luftpumpe, in welcher der Chitinkegel von dorsoventralen Muskeln gezogen, die Luftverdünnung verursacht, beschrieb der erste ud zugleich der letzte V. L. Kellogg. Seine Beschreibung ist zwar gut, aber äusserst kurz, ungenügend und die Abbildung wenig klar. Auch die Erklärung der Funktion ist stellenweise unrichtig.

Der Saugnapf der Blepharoceriden kann als Musterorgan der Ansaugungsapparate im ganzen Tierreich angesehen werden. Soweit bekannt, existiert nichts, was diesen Organ übertreffen oder nur ihm gleichen konnte und zwar weder unter den Insecten noch in anderen Tierordnungen.

In anderen Fällen, wo Saugnäpfe entwickelt sind, ist die Organisation immer einfacher (die Luft wird durch Erweiterung der Raumwände verdünnt) und Ihre Funktion nie so exakt. Kein Insekt und sehr wenige andere Tiere können stundenlang so fest angesaugt sein, dass sie die wildeste Wasserkraft nicht losreissen kann. Dergleichen kann nur durch vorzüglich gebauten Saugapparat und besonders starke Muskelentwickelung bewirkt werden.

Beides ist auch wirklich hier in der Organisation und Funktion der Blepharoceridenhaftscheibe entwickelt, der menschlichen Erfindung gleichend.

Werden nun alle Details, die zur genauen Funktion einer Luftpumpe notwendig sind, vorgeführt, so ist ertens ein Recipient, der aus festem Material gebaut sein muss, um dem

Luftdrucke zu widerstehen, unentbehrlich; zweitens eine bewegliche Nabe, welche die Luft verdünnt; drittens muss der Rand des Recipienten glatt und befeuchtet sein, um das Eindringen der Luft zu verhindern.

Wir wollen nun sehen, wie diese drei Postulate im Bauplan durchgeführt sind und mit welcher Precision die Detaile dem Grundgedanken dienen. Wie erwähnt stellt unsere Haftscheibe eine Hautfalte vor, die im Centrum eingestülpt ist, und da einen halbkugeligen Raum bildet. Alle Teile des Saugnapfes sind zur Vertikalachse symmetrisch und da die Falte kreisrund ist, sind alle Teile konzentrisch zu dieser Achse. Dies ist ein selbstverständliches Erforderniss der Präzision des Bauplanes einer Haftcheibe.

Was ist nun der Recipient? Entweder ist es nun das Chitinsäckchen oder die ganze Hautfalte. Das letztere ist wohl das richtige.

Die Hautfalte, die durch den besprochenen Einschnitt von der übrigen Körperwand getrennt ist, hat schwache Aussenwände und konnte dem Luftdrucke kaum widerstehen; deshalb finden wir diesbezügliche Einrichtung im Säckchen, dessen Wände mit starker Chitinschicht ausgekleidet sind. Diese chitinöse Halbkugel, die sehr fest ist und leicht den Luftdruck erhalten kann, reicht von der Centralöffnung bis zum Kegel und bildet also die Wände des Recipienten.

Die Tiere leben im Wasser und es ist somit sehr notwendig, dass der Recipient gut gegen das Eindringen, des Wassers versichert wird; sein Rand muss der Unterlage fest angepresst und vielleicht noch befettet werden.

Sehen wir uns nun die Organisation der Scheibe, die einen geschlossenen Ring = die Umrandung des Recipienten vorstellt, an; zuerst sei eine kleine biologische Anmerkung erlaubt. Die Larven bewegen sich an Bachsteinen; die Unterlage, an welche der Rand des Saugnapfes angepresst wird, ist rauh und uneben. Die Ringscheibe ist nun so organisiert, dass sie alle die Unebenheiten der Unterlage gut bedecken kann. Wir wissen nach der vorherigen Beschreibung, dass die Hautfalte an der Ventralseite sehr dünn und mit Borsten oder Trichtern bedeckt ist. Am Rande verdickt sie sich zu einer

Wulst, die mit langen Kutikularausläufern versehen ist. Nebstdem liegen im Innern der Ringscheibe als Fortsetzung des sogen. Chitinbälkchens die Strahlen.

Sie sind sehr stark und ihre Aufgabe ist die Ringscheibe, die sonst von weicher Haut gebildet ist und deshalb zusammenschrumpfen möchte, in ihrer kreisrunden Form zu erhalten, indem sie radiär zur Centralöffnung dicht neben einander angeordnet sind. Da sie aber bei ihrer Stärke umbiegsam wären und damit auch die ganze Ringscheibe, so trägt jeder Strahl zwei Biegstellen.

Die eine ist die halbkugelförmige Anschwellung, die im Innern weich ist und die dunkle Chitinstränge, welche die Palissadenstruktur des Chitins zeigen, erkennen lässt. Weil die obere Fläche der Anschwellung grösser als die untere ist, so biegt sich dieselbe so um, dass die Unterseite der Ringscheibe konkav wird.

Die zweite Biegstelle ist die aus den Chitinpfählen zusammengesetzte Palissadenschichte. Diese Schichte kann sich konkav oder konvex umbiegen, indem die Palissaden an einem oder anderem Ende auseinander treten, so dass die Schwertstrahlen und zugleich die ganze Randpartie entweder hinauf oder hinunter umgebogen wird.

So wird es ermöglicht, dass die Scheibe selbst an unebenen krumen Flächen festhaften kann.

Die Strahlen dienen bloss als Stützapparate der Scheibe; dieselben können jedoch dem Eindringen des Wassers nicht widerstehen. Dieses besorgt die speciel dazu organisierte Aussenhaut der Scheibe mit Hilfe des Klebesekretes.

Ihre Unterseite ist dicht beborstet und zwar dem Rande zu entweder mit längeren Borsten oder mit trichterförmigen Vertiefungen. Die Borsten sind sehr dicht und wenn sich die Luft darin ansammelt, so ist ein Eindringen des Wassers ausgeschlossen; darum ist auch die Beborstung dem Rande zu stärker. Wo jedoch dies nicht genügt, da hilft das Klebesekret, welches durch die 6 Dorne auf die Ventralseite hinaustritt, indem es bei Anlegung der Scheibe ausgepresst wird und zwischen die Borsten oder in die Gruben der Trichter eindringt, die Scheibe zur Unterlage anklebt und selbstverständlich auch das Wasser aufhält.

Welche Bedeutung das Sekret der 6 tubulösen Drüsen hat, wurde schon erwähnt.

Die Drüsen gehören ganz sicher zur Haftscheibe, da sie sonst eine so besondere und symmetrische Lage zum kreisrunden Bauplan des Organs kaum einnehmen würden. Das Sekret rinnt wahrscheinlich an der Oberfläche der Hautfalte hinunter und sammelt sich da zwischen der Randwulst und der Unterlage. Wie das Sekret von der Mündung an die entgegengesetze Wand gelangt, wurde schon erwähnt.

Aus allem was angeführt wurde ist zu erschen, dass nicht ein sondern eine ganze Reihe von Hilfsmitteln entwickelt ist, um das Innere des Chitinsäckchens (d. Recipient) so gut als möglich gegen die Umgebung zu isolieren. Und weil die Tiere im Wasser wilder Gebirgsbäche leben, bildet die wichtigste Funktion der Scheibe möglichst genau dem Eindringen des Wassers zu widerstehen und deshalb entwickelten sich so verschiedene Isolierungsmittel.

Wir gelangen nun zum wichtigsten Teil dieser Luftpumpe nähmlich zum Stössel, dessen Struktur und Form ich vorangehend beschrieben und abgebildet habe. Er ist kleiner als der Innenraum des Säckchens und liegt in einer dicken aber weichen Chitinschichte, so dass diese ihn an seiner Basis rund umfasst. Die ganze Einrichtung ist am besten an dem Querschnitte sichtbar. (Fig. 6. *Chsch.*) Von der Basis des Kegels laufen zwei divergierende starke Muskeln, die sich dort, wo die Körperdecke zwei seichte Einbuchtungen besitzt, befestigen. Sie liegen in vertikaler Ebene, die transversal zur Körperachse steht. Diese sind die stärksten, die im Bereiche der Haftscheibe vorkommen. Durch ihre Kontraktion wird der Kegel in die Höhe gezogen und es bildet sich ein Vacuum, wodurch die Luftverdünnung im Chitinsäckchen erreicht wird.

Wenn sonach diese zwei Muskeln in Action treten, ist die Haftscheibe fest angesaugt und man kann sie ohne Willen der Larve nur mit ziemlicher Anstrengung losreissen.

Welche Muskeln fungieren nun, wenn die Larve den Saugnapf losmachen will. Blosse Erschlafung der Kegelmuskeln wird wohl kaum zum Loswerden des Saugnapfes ge-

nügen, sonst wäre nicht eine so reiche Muskulatur die als Antagonist fungiert entwickelt.

Es ist leicht zu erraten, welche Muskeln sich entwickeln mussten um als Gegengewicht der Kegelmuskeln arbeiten zu können.

Nicht nur der Kegel sondern auch das Säckchen muss beweglich sein, wenn es mit dem Kegel gut ausgefüllt werden soll d. h. wenn die Haftscheibe losgemacht werden soll. Zu demselben Zwecke, jedoch zur Bewegung der Ringscheibe müssen ebenfalls Muskeln vorhanden sein, welche dieselbe in die Höhe ziehen könnten, wenn sich die Larve anderswo ansaugen will. Gerade so wie wir voraussetzten, ist auch wirklich die Muskulatur entwickelt.

Fig. 5. zeigt einen Querschnitt, der bischen weiter vom Centrum des Saugnapfes geführt wurde, so dass er nur noch das Säckchen traf; wodurch die Richtung und Insertion der besprochenen Muskelbündeln enthüllt wurde. Ein Bündel erfasst das Ende des Hauteinschnittes und läuft schief zur Dorsalseite und zwar parallel zu den Kegelmuskeln. Ihre eigene Richtung ist eine andere; sie liegen nicht in der Transversalebene des Körpers, sondern sie verläufen von dem Hauteinschnitte, an dessen lateralen Seiten sie inserieren, schief nach vorne oder nach hinten. An Fig. 5. sind deshalb die einzelnen Bündel schief angeschnitten.

Gleiche Richtung haben auch die Muskeln des Chitinsäckchens. Sie befestigen sich am oberen Rande des Säckchens und verlaufen parallel mit den ersteren zur Dorsalseite, wo sie inserieren. Da sie schief nach vorne oder nach hinten zielen, sind sie an Fig. 5. ebenfalls schief angeschnitten. Beide Muskelschichten sind paarig und liegen symmetrisch zur Längsachse des Körpers.

In der Ebene der Kegelmuskeln verläuft noch ein Paar Muskeln, deren jeder sich von der Insertionstelle des Kegelmuskels schief nach aussen und ventralwärts erstreckt und unweit des Körperrandes, dort wo die krallenartigen Anhänge anfangen, inseriert. (Fig. 4. *RM kl.*)

Es muss noch erwähnt werden, dass das Sarcoplasma sehr mächtig entwickelt ist und grosse Zellkerne besitzt.

Alle Muskelbündel, die der Haftscheibe angehören, liegen fast transversal zur Längsachse des Körpers. Die Ursache ist die Lage der Darmröhre und der Längsmuskulatur, die das Körpercentrum ausfüllen.

Weil die übrigen Teile des Saugnapfes sich mehr passiv verhalten, sind die motorischen Komponenten die wichtigsten Teile fangen an tätig zu sein und welche Vorgänge spielen Funktion.

Zur Erklärung dieser Vorgänge dienen die Fig. 4., 5., 6. die die Querschnitte des Organs in verschiedenen Positionen zeigen. Als Ausgangspunkt der Funktionerklärung nehmen wir die Fig. 4., also den Zustand, wo der Saugnapf angesaugt ist. Die Unterseite des Scheibenringes ist fest angepresst an die Unterlage, selbstversändlich nicht nur mittels des klebrigen Sekrets, sondern hauptsächlich durch Luft- respect. Wasserdruck.

Die Drüsen sind in Thätigkeit. Die Kegelmuskeln sind kontrahiert und der Kegel in die Höhe gezogen. Im Chitinsäckchen ist also eine Luftverdünnung, die eben den ganzen Körper angesaugt hält. Die übrige Muskulatur des Saugnapfes ist ausser Thätigkeit.

Nun will das Tier den Saugnapf losmachen. Welche Teile fangen an thätig zu sein und welche Vorgänge spielen sich ab?

Das erste ist die Erschlaffung der Kegelmuskeln. Hiedurch sinkt der Kegel wieder in das Säckchen und das Vacuum verkleinert sich. Gänzlich kann der Kegel das Säckchen durch blosses Sinken jedoch nicht ausfüllen (weil er kleiner ist) und soll der Rest der Luftverdünnung beseitigt werden, was notwendig ist, wenn die Haftscheibe in die Höhe gehoben werden soll, muss auch das Chitinsäckchen aktiv eintreten und sich an die Wände des Kegels legen. (Fig. 6.) Dies geschieht wenn sich die symmetrischen Muskelbündeln des Säckchens kontrahieren. Hiemit wird das Säckchen in die Höhe gehoben, ein bischen erweitert und umfasst nun fest den Kegel und die ihn umgebende Chittinschichte. (Fig. 5. *SMkl.*) Nun bleibt noch übrig die Ringscheibe von der Unterlage abzuheben.

Zu diesem Zwecke kontrahieren sich Muskelbündel, die sich (Fig. 5. *HMkl.*) lateral an dem Hauteinschnitte befestigen und von dort schief zur Dorsalseite verlaufen. Ist dies geschehen, so wird das Ende des Hauteinschnittes und zugleich auch die Stützhaut (Chitinbälkchen) der Hautfalte in das Körperinnere eingezogen. Da nun letztere mit den Strahlen zusammenhängt und an der Biegungstelle unweit der Öffnung wie ein Hebel auf die Chitinstrahlen wirkt, so werden diese bei Kontrahierung der Muskeln in die Höhe gezogen und zwar in der Weise, dass sie von der früheren horizontalen Position in eine mehr vertikale übergehen.

Die Muskeln des Hauteinschnittes kontrahieren sich gleichzeitig mit jenen des Säckchens.

Sind alle die Vorgänge, die geschildert wurden, geschehen, so ist die ganze Haftscheibe von der Unterlage in das Körperinnere eingezogen. Der betreffende Körgersegment beruht nun auf den krallenartigen Anhängen. Will sich die Larve wieder ansaugen, so kontrahieren sich die zwei lateralen Randmuskeln, die schief von der Körpereinbuchtung an der Dorsalseite zu den Anhängen am Rande verlaufen. Hiedurch flächt sich der ganze Körper ab und die Unterseite des Körpers sammt der Haftscheibe wird an die Unterlage gedrückt. Gleichzeitig erschlaffen auch die bisher kontrahierten Muskeln des Chitinsäckchens und des Hauteinschnittes. Die Ringscheibe klebt sich mittels Sekretes (der aus den Dornen hinaustritt) an die Unterlage und verhindert dem Eindringen des Wassers. Nun kontrahieren sich, während der Erschlaffung der Randmuskeln, die Kegelmuskeln; der Kegel wird in die Höhe gezogen und im Chitinsäckchen entsteht eine Luftverdünnung: Die Haftscheibe ist fest angesaugt.

Sehr interessant ist die Art der Bewegung mittels dieser Haftscheiben. Die Larve, die fest angesaugt ist, macht die vorderen drei Saugnäpfe los, erhebt die vordere Körperhälfte und indem sie selbe nach der Seite schwingt, befestigt sie die Saugnäpfe. Dann folgen die anderen drei Saugnäpfe; die zweite Körperhälfte wird in gleicher Richtung nach der Seite gebogen und befestigt. — So durch wiederholtes Losmachen und Ansaugen der Haftscheiben bewegt sich die Larve in lateraler Richtung; selbstverständlich ziemlich langsam.

Die Ursache der Entwickelung so hoch organisierter Saugnäpfe sind die besonderen Lebenverhältnisse, welchen sich die Larven anpassen müssten. Ein einfacher gebautes Organ (Krallen etc.) konnte den Larven kaum das Leben in den bekannten Verhältnissen ermöglichen. Deshalb entwickelte sich eine Saugvorrichtung, die zur jetzgen hohen Organisation gelang. Ursprünglich waren wahrscheinlich an der betreffenden Stelle nur Drüsen vorhanden und die Tiere lebten am Boden der Bäche. Dort wo sich die Ventralseite mittels Drüsesekretes an die Steine klebte, lag die Insertionsstelle, an welcher sich die divergierenden dorsoventralen Muskeln vereinigten. Durch Kontraktion der letzteren konnte die weiche Haut der Ventralseite eingestülpt werden; rings um dieses Centrum bildete sich eine wallartige Hautausstülpung und dies war schon eine primitive Saugvorrichtung, die man als Anlage der hochorganisierten Haftscheibe ansehen kann.

---

## LITERATUR:

HANS BLÜNCK: Beitr. z. Kennt. d. Morpholog. und Physiol. der Haftsch. von Dytiscus marginalis L. — Zeit. f. wiss. Zoolog. 1912.

H. DEVITZ: Beschreibung d. Larve und Puppe von Liponeura brevirostris Lw. — Berl. Ent. Zeit. 1881.

— : Weitere Mitheilungen über das Klettern von Insecten an glatten Flächen. — Zool. Ang. VIII. 1885.

A. HETSCHKO: Biologisches über Apistomyia elegans Bg. — Wiener Ent. Zeitung 1912.

— : Die Metamorphose von Liponeura cinerascens Lw. — Ibid. 1912.

NILS HOLMGREN: Über das Verhalten des Chitin und Epithel zu den unterliegenden Gewebearten bei Insecten. — Anat. Anzeiger 20 — 1902.

V. L. KELLOGG: The Net-Winged Midges of North America (Blepharoceridae). — Proceedings of the California Acad. of Scien. Zoolog. Vol. III. Nr. 6, 1903.

FRITZ MÜLLER: A metamorphose de um Insecto Diptero. — Archivos do Museu Nacion. do Rio Janeiro. Vol. IV. 1881.

P. STEINMANN: Die Tierwelt d. Gebirgsbäche. — Ann. d. Biol. lacustre 1907.

A. Wierzejski: O przeobrażeniu muchy Lip. brevirostris. Lw. — Rozpr. Akad. v Krakowie 1881.
— Uzupełnienie rozprawy pod tytulem »O przeobrazeniu muchy Lip. brevirostris Lw.« — Ibid. 1883.
W. Plotnikow: Über die Häutung und über ein. Hautelemente bei den Insecten. — Zeitsch. f. wiss. Zoolog. 76 — 1904.

XXVI.

# Studie o chromové žluti.

Prvá část.



System $PbSO_4 + K_2CrO_4 \rightleftharpoons PbCrO_4 + K_2SO_4$.

Dr. **Jaroslav Milbauer** a inž. **Kamil Kohn.**

(S 8 obrazci v textu).

(Předloženo v sezení dne 23. října 1914.)

## Úvod.

V chemickém velkoprůmyslu připravují se chromové žluti v různých odstínech, od nejsvětlejší citronově žluté až do oranžově červené.

Podstatnou částí všech těchto barev jest chroman olovnatý $PbCrO_4$. Ačkoliv jest složení chromové žluti poměrně jednoduché, závisí odstín vyráběné barvy na tolika známých i neznámých faktorech, že je příprava zcela určitého tonu věcí neobyčejně obtížnou. K tomu přistupuje ještě okolnost, že sražená barva sama o sobě promýváním i sušením se dále mění — stává se tmavší.

Světlé chromové žluti, vyjímaje nejsvětlejší, citronově žluté odstíny, jsou neutrální chroman olovnatý ($PbCrO_4$). Tmavší odstíny, tvořící přechod mezi chromovou žlutí a chromovou červení, obsahují jistou část zásaditého chromanu ($PbO.PbCrO_4$) vedle převážného podílu neutrálního chromanu olovnatého.

V literatuře*) uvádí se následující okolnosti, které mají vliv na barvu:

*) Zerr a Rübencamp: Handbuch der Farbenfabrikation. II vyd. str. 347 a násl.

1. Koncentrace roztoků. Čím zředěnější jsou roztoky užívané k srážení barvy, tím je odstín světlejší.

2. Způsob míchání. Jím dosáhne se, je-li velmi účinné, světlejšího odstínu a hmoty specificky lehčí.

3. Teplota při srážení. Každé zvýšení teploty během srážení má za následek tmavší ton a nevhodnou strukturu barvy v pevném stavu.

4. Rychlost srážení. Doba do ukončeného srážení a oddělení tekutiny od ssedliny má býti pro dosažení ohnivější barvy co nejkratší.

5. Způsob promývání. Vymývání barvy vždycky způsobuje přechod barvy v červenější odstín. Toto ztemnění odstínu je tím větší, čím světlejší byla původní barva. Z toho je patrno, že nejsvětlejší citronově žluté barvy, jakých se nejvíce ze všech chromových žlutí užívá, vůbec takovým způsobem se nemohou vyráběti. Jakým způsobem se tu postupuje zmíníme se níže.

6. Způsob, doba a teplota vysoušecí. Každé zvýšení teploty nad teplotu srážecí je nepříznivé pro světlé odstíny.

Jak již bylo řečeno, nelze připraviti světle žlutých odstínů (citronově, kanárkově žlutých), pro lithografii hlavně důležitých, pouhým srážením jednoduchého chromanu olovnatého ($PbCrO_2$) Takový čistý chroman olovnatý promýváním stává se tmavší, smršťuje objem a po vysušení má špinavě žlutou, slámovou barvu. V uvedeném případě, kdy jedná se o sírově žlutou chromovou žluť postupuje se tak, aby zároveň s chromanem olovnatým se srážel síran olovnatý. Vychází se z octanu, po případě z dusičnanu olovnatého, jichž roztoky se srážejí roztokem dvojchromanu draselnatého, kyseleným kyselinou sírovou nebo roztoky chovajícími buď síran sodnatý neb síran hlinitý. Vzniknou tu ssedliny, které jak při promývání, tak i na světle jsou daleko stálejší v barvě nežli pouhý chroman olovnatý.

V studii o žluti chromové mají býti probádány podmínky, jaké vyžaduje výroba barvy citronového odstínu, zejména v první řadě má býti vysvětlena funkce síranu olovnatého při sražení a fixaci světlých odstínů chromové žluti. Chceme

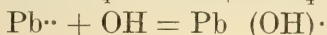
dále i osvětliti ostatní okolnosti a vlivy působící při výrobě chromové žluti vůbec.

## Funkce síranu olovnatého.

Dosud není rozhodnuto, jak působí síran olovnatý na stálost chromové žluti, ani není známa forma, v jaké se v té citronové žluti chromové nalézá. Dle Jablczynskiho[1]) je změna barvy způsobena hydrolysou $PbCrO_4$.



$$PbCrO_4 = Pb^{\cdot\cdot} + CrO_4''$$



$$Pb^{\cdot\cdot} + OH = Pb\ (OH)^{\cdot}$$

Část $Pb^{\cdot\cdot}$ sloučí se s $OH'$ vody na $Pb(OH)^{\cdot}$ a tento kationt opět částečně s $CrO_4''$ váže se na $Pb_2\ (OH)_2CrO_4$, zásaditý chroman barvy červené a způsobuje změnu odstínu barvy. Uvedenou hydrolysu zabraňují dobře rozpustné sole olova. I nepatrně rozpuštěný podíl síranu olovnatého stačí k zatlačení hydrolysy. Dle Coxa[2]) hydrolysuje se neutrální síran olovnatý ve vodě a stává se zásaditým. V 1 l vody musí býti nejméně 0,002 g $CrO_3$, aby se hydrolysa zatlačila. Přídavkem $Pb^{\cdot\cdot}$ solí zmenší se množství $CrO_4''$ a $PbCrO_4$ nemůže se více hydrolysovati a je pak stálejší. Dle Coxa chrání ty sole olovnaté nejvíce, které jsou rozpustnější.

Jinak vykládá se větší stálost chromové žluti, obsahující $PbSO_4$ podvojnou sloučeninou síranu olovnatého s chromanem olovnatým. Dle Genteleho[3]) může to býti sloučenina $PbCrO_4.PbSO_4$ nebo $PbCrO_4.2PbSO_4$. Dle téhož autora je však též možno, že síran olovnatý chrání chroman olovnatý, že nemůže přecházeti v krystalinickou modifikaci, jenž má býti příčinou ztemnění barvy a velké hutnoty. Při tom ovšem předpokládá, že se sráží v takovém poměru, aby vznikla buď světlejší barva $PbCrO_4.2PbSO_4$ nebo $PbCrO_4.PbSO_4$ o něco tmavší. Ve skutečnosti dostávají se však v praxi i dobré světle žluté a stálé barvy, je-li síranu olovnatého daleko méně nežli odpovídá složení sulfochromanů uvedených formulí.

---

[1]) Chem. Ind. 31. 731—33.

[2]) Zeit. f. anorg. Ch. 50. 226.

[3]) Gentele: Lehrb. d. Farbenfabrikation. II. díl 179. str.

Tak ku př. stačí i na 100 dílů octanu olovnatého 0,65 dílů $H_2SO_4$ 66° Bé a 36,5 dílů $K_2Cr_2O_7$, aby chromová žluť takto získána vyhovovala. Ovšem, že s přibývajícím množstvím $PbSO_4$ stává se barva světlejší a stálejší.

Existence sulfochromanů které by vysvětlovaly stálost chromové žluti, je však sporná.[4]) Různé okolnosti svědčí pro jejich existenci, ale opět jiné jí odporují. Pro existenci těchto podvojných sloučenin mluví to faktum, že jen současně sražený síran olovnatý s chromanem olovnatým při následujícím promývání se chová docela jinak nežli barva, kterou bychom dostali sražením chromanu olovnatého na dříve připraveném síranu olovnatém. Kdežto prvním způsobem připravená žluť při promývání se nezatemňuje, druhá barva chová se tak jako $PbCrO_4$ sražený bez $PbSO_4$.

Kdyby byl síran olovnatý pouze prostředkem k dosažení světlejší barvy chromové žluti, dal by se nahraditi i jinými podobnými sloučeninami.

Tak by mohl síran barnatý nahražovati síran olovnatý. Ale takové chromové žluti jinak zcela obdobně vyrobené jako se síranem olovnatým nepodobají se jim ani v barvě, ani v struktuře. Ačkoliv je objemová váha síranu barnatého (4,48 až 4,53) menší nežli síranu olovnatého (6,2—6,38) jsou barvy se síranem barnatým hutnější a těžší. Zvláště tato poslední okolnost by mluvila pro existenci sulfochromanu olovnatého. Proti tomu však dá se síran olovnatý z domněle vznikajícího sulfochromanu resp. ze směse síranu a chromanu olovnatého vytřepati roztokem sirnatanu sodnatého a dále srážíme-li roztok dvojchromanu a síranu alkalického roztokem olovnaté soli vypadne nejdřív chroman olovnatý a pak síran olovnatý.

Domněnky o působení síranu olovnatého můžeme tedy shrnouti v následující:

1. Theorie Jablczynskiho vysvětluje stálost barvy zmenšením hydrolysy chromanu olovnatého vlivem síranu olovnatého.

2. Theorie sulfochromatová předpokládá v ci-

[4]) G. Zerr a Rübencamp: Handbuch der Farbenfabrikation. l. c.

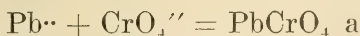
tronově žluté barvě existenci podvojných sloučenin síranu a chromanu olovnatého.

3. Theorie, která by předpokládala tvoření pevných roztoků event. vliv adsorpce, výklad to analogický sorpční theorii v. Georgievicsově, jíž vykládány jsou vybarvování tkanin. [Chem. Ztg. 1914. 4451.]

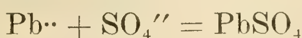
Nám jednalo se nejprv bez ohledu na tyto theoretické úvahy o vyjasnění všech vlivů působících při výrobě stálé žluti chromové a obrali jsme si v tomto oddílu práce předem za úkol vyšetřiti funkci síranu olovnatého. Jednalo se tu o stanovení podmínek existence síranu olovnatého resp. sulfochromanu olovnatého.

## I. **Srážení barvy.**

Při výrobě chromové žluti světlých odstínů probíhají dvě reakce



$$Pb^{\cdot\cdot} + CrO_4'' = PbCrO_4 \text{ a}$$



$$Pb^{\cdot\cdot} + SO_4'' = PbSO_4$$

Srážení dvojchromanem možno vlastně považovati za srážení monochromanem u přítomnosti tolika $H_2SO_4$, že i $CrO_4''$ dle rovnice



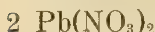
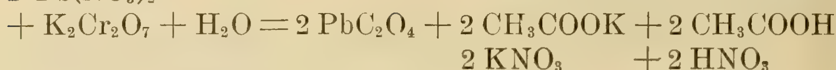
$$2CrO_4'' + 2H^{\cdot} \text{ přejde v } Cr_2O_7 + H_2O$$

a srážení probíhá pak

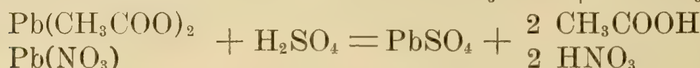


$$Cr_2O_7'' + 2Pb^{\cdot\cdot} + H_2O = 2PbCrO_4 + 2H^{\cdot}$$

Srážení provádí se obyčejně octanem (zřídka dusičnanem olovnatým). Předpokládáme-li, že je dvojchroman v přebytku jsou po srážení vedle ssedliny $PbSO_4$ a $PbCrO_4$ v roztoku ionty: $K^{\cdot}$ (z dvojchromanu), $CH_3COO'$ (jednak v podobě octanu draselnatého a jednak co volná kyselina) a dále $SO_4''$ jednak z volné kyseliny přebytečné a jednak, jak z později uvedených pokusů plyne i v podobě síranu draselnatého. Přehledněji jsou vyznačeny tyto poměry, napíšeme-li rovnice, dle obyčejného způsobu psaní:

$$\begin{matrix} 2\,Pb(CH_3COO)_2 \\ 2\,Pb(NO_3)_2 \end{matrix} + K_2Cr_2O_7 + H_2O = 2\,PbC_2O_4 + \begin{matrix} 2\,CH_3COOK \\ 2\,KNO_3 \end{matrix} + \begin{matrix} 2\,CH_3COOH \\ 2\,HNO_3 \end{matrix}$$



$$\begin{matrix} Pb(CH_3COO)_2 \\ Pb(NO_3) \end{matrix} + H_2SO_4 = PbSO_4 + \begin{matrix} 2\,CH_3COOH \\ 2\,HNO_3 \end{matrix}$$

Jak je patrno z napsaných tu rovnic, jest systém reakční značně složitý. Abychom si úkol námi vytčený usnadnili, volili jsme přirozenou cestu postupu od nejjednoduššího případu k nejsložitějšímu. Za východisko sloužila nám soustava:



$$a)\ K_2CrO_4 + PbSO_4 \rightleftarrows PbCrO_4 + K_2SO_4$$

od níž chceme dále přejíti k soustavě poněkud složitější:



$$b)\ K_2Cr_2O_7 + 2\,PbSO_4 + H_2O \leftrightarrows K_2SO_4 + H_2SO_4 + 2\,PbCrO_4{}^*$$

Přistoupí-li pak k druhé soustavě ještě volné kyseliny a draselnaté soli těchto kyselin, které pocházejí z rozpustných solí olovnatých [užitých při srážení, buď v podobě octanu neb dusičnanu olovnatého], máme před sebou pak celý systém v takové formě, jaký skutečně tvoří veškeré sloučeniny po srážení, ovšem s předpokladem, že před srážením příslušných rozpustných solí olovnatých není v přebytku snad dvojchroman draselnatý.

Dlužno ještě podotknouti, že z literatury ovšem není jasno, jakým způsobem se v praxi srážení provádí. Dle Genteleho (l. c.) sráží se tak, že se připouští roztok octanu olovnatého zároveň s roztokem dvojchromanu draselnatého okyseleného kyselinou sírovou do srážecí nádoby. Při tom zůstává dvojchroman i po srážení v přebytku. V knize Zerr-Rübencampově (l. c.) se však uvádí, že jest nejlépe srážeti tím způsobem, aby octan olovnatý byl v přebytku as 5%ním i po srážení. Srážení se pak provádí uváděním tenkého proudu roz-

---

*) Při zkouškách předběžných se ukázalo, že systém zde napsaný (b) probíhá ve směru z prava na levo dle schematu:

$$K_2SO_4 + H_2SO_4 + 2PbCrO_4 \longrightarrow K_2Cr_2O_7 + 2PbSO_4 + H_2O,$$

kdežto v obráceném směru jsou poměry komplikovanější.

toku dvojchromanu draselnatého a kyseliny sírové do roztoku octanu olovnatého. V prvním případě odpovídala by výroba námi vyznačeným procesům, v druhém případně vypadnou ze systému soli chromové kyseliny a místo nich vstoupí příslušné rozpustné soli olovnaté. I bude nám tedy rozhodnouti také, která z method srážecích jest výhodnější pro existenci síranu olovnatého v chromové žluti citronové barvy.



*a) system* $K_2SO_4 + PbSO_4 \rightleftarrows PbCrO_4 + K_2SO_4$.

Tato soustava jest typickým případem heterogenních soustav, které v literatuře nacházíme několikrát studovány. Patří sem zejména mimo klassickou práci GULDBERG-WAAGEOVU obsáhlá studie MEYERHOFFEROVA »Über reziproke Salzpaare« [Zeit. f. phys. Chem. 53, str. 513] vztahující se k systému $BaSO_4 + K_2CO_3 \rightleftarrows K_2SO_4 + BaCO_3$, které nám při naši práci byly vzorem podobně jako pro jinou práci GOLDBLUMOVU [Journal de chimie physique 7. 289], jež obírala se systémem nám ještě bližším:



$$BaCrO_4 + K_2CO_3 \rightleftarrows K_2CrO_4 + BaCO_3.$$

Při studiu podobných systémů jest předem důležité zjištění, která z daných dvojic, tedy v našem případě buď $K_2CrO_4 + PbSO_4$ nebo $PbCrO_4 + H_2SO_4$ je stálejší.

*α) Určení stability.*

K určení stability máme několik kriterií. První založeno je na theorii rozpouštěcího součinu dle VAN'T HOFFA a REICHERA [Zeit. f. phys. Ch. 2, 482].

Předpokládáme-li, že v nasycených roztocích jsou podíly rozpuštěných solí úplně dissociovány, bude ta z dvojic stálejší, jejíž součin iontových koncentrací bude menší.

Pro dvojici $K_2CrO_4 + PbSO_4$ jest rozpouštěcí součin

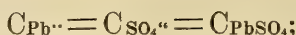
$$C^2_K \times C_{CrO_4''} \times C_{Pb''} \times C_{SO_4''}$$

ale pro úplnou dissociaci rozpuštěného podílu platí vztah:

$$C_K = 2C_{CrO_4''} = 2C_{K_2CrO_4}, \text{ kde } C_{K_2CrO_4}$$

je nasycený roztok pro tu temperaturu, pro kterou hledáme stabilitu.

Podobně je



$$C_{Pb^{\cdot\cdot}} = C_{SO_4''} = C_{PbSO_4};$$

takže rozpouštěcí součin jest



$$4C^2_{K_2CrO_4} \times C_{K_2CrO_4} \times C_{PbSO_4} \times C_{PbSO_4} = 4C^3_{K_2CrO_4} \times C^2_{PbSO_4}$$

a obdobně u druhé dvojice



$$4C^2_{K_2SO_4} \times C_{K_2SO_4} \times C_{PbCrO_4} \times C_{PbCrO_4} = 4C^3_{K_2SO_4} \times C^2_{PbCrO_4}$$

Stačí tedy znáti rozpustnosti těchto 4 látek a ty jsou:

| | při teplotě: | v % roztoku: |
|---|---|---|
| $K_2SO_4$ . . . . | 20° C | 10·07 %[1] |
| $K_2CrO_4$ . . . | 20° C | 38·6 %[2] |
| $PbSO_4$ . . . . | 19·95° C | $4{\cdot}25 \times 10^{-3}$ %[3] |
| $PbCrO_4$ . . . | 18° C | $2{\cdot}0 \times 10^{-5}$ %[4] |
| | 25° C | $1{\cdot}2 \times 10^{-5}$ [5] |

Což je v molech:

| | |
|---|---|
| $K_2CrO_4$ . . . | 3·2372 |
| $K_2SO_4$ . . . | 0·6423 |
| $PbSO_4$ . . . | $1{\cdot}4 \times 10^{-4}$ |
| $PbCrO_4$ . . . | $6{\cdot}2 \times 10^{-7}$ |

Zavedením těchto hodnot do odvozených formulí dostáváme pro 20° C (pro $PbCrO_4$ vzat první údaj pro 18°; vzhledem k nepatrné rozpustnosti $PbCrO_4$ není rozdíl pro 2° veliký)

dvojice $K_2CrO_4 + PbSO_4$ . . . . $2{\cdot}67 \times 10^{-6}$

dvojice $K_2SO_4 + PbCrO_4$ . . . . $4{\cdot}06 \times 10^{-10}$

Z toho je zřejmo, že druhá dvojice totiž $K_2SO_4$ + $PbCrO_4$ je stálejší.

Jiné kriterium jest přímé určení stability dle Meyerhoffera (l. c.). Zakládá se na pravidlu fásí. Předpo-

---

1) Andrea Jour. pr. Ch. 29.472 1884.

2) Alluard C. r. 59.500. 1864.

3) Böttger Zeit. f. Phys. Ch. 46.604 1903.

4) Kohlrauch (Landolt Tab. 1912, Str. 491.

5) Radioaktivní methodou stanoveno. G. Hevesy a F. Paneth. Zeitschr. f. anorg. Ch. 1913. 313. Užito udání Kohlrauschovo.

kládejme, že máme nasycený roztok všech čtyř látek, tak že na dně jsou co pevné fáse: $K_2SO_4$, $K_2CrO_4$, $PbCrO_4$ a $PbSO_4$. Tedy je celkem 6 fásí a sice 4 pevné, 1 kapalná a 1 plynná (vodní pára). Složky jsou $H_2O$, $K_2CrO_4$; $PbSO_4$, $PbCrO_4$, tedy čtyři. Dle pravidla fásí musí býti:

$$\text{volnosti} + \text{fáse} = \text{složky} + 2.$$

V našem případě je počet volností = 0, což znamená, že všechny čtyři látky vedle sebe nemohou existovati, leda při jediné teplotě, t. zv. teplotě transformační. Musí tedy za každé jiné teploty jedna ze solí olovnatých co pevná fáse zmizeti. Máme-li pak dostatečný přebytek pevné soli draselnaté na dně, musí ta ze solí olovnatých zmizeti, která je méně stálá. Při tom ovšem se předpokládá, že netvoří $PbCrO_4$ a $PbSO_4$ isomorfní směs, která by pak byla jedinou fásí a tím by náš systém nabyl 1 volnosti. Z toho je patrno, že nám toto určení stability může zároveň zodpověděti otázku existence podvojné sloučeniny $PbSO_4$ a $PbCrO_4$. Při tom musíme míti na paměti, že je možná i jiná isomorfní směs a to buď $K_2SO_4 + PbSO_4$ nebo $K_2CrO_4 + PbCrO_4$.

Dříve nežli přikročíme dále ku popisu způsobu stanovení přímé stability systému dle Meyerhoffera, stůjž zde několik slov o přípravě reagencií.

Chroman draselnatý byl zprvu připravován dvojnásobnou rušenou krystalisací prodejného čistého chromanu, jelikož však analysou zjištěno, že jemu je rovnocenný preparát firmy Kahlbaumovy [Kaliumchromat »Zur Analyse«] byl brán nadále tento. Jeho čistota byla kontrolována jodimetricky, při čemž roztok sirnatanu sodnatého k titraci užitý byl ve svém titru stanoven vždy na dvakrát přesublimovaný jod. Obsahoval průměrně 99·85% $K_2CrO_4$. Při dalších pracích stanoven byl titr sirnatanu vždy na tento chroman, s kterým bylo stále pracováno.

Síran draselnatý připraven byl z chemicky čistého prodejného síranu draselnatého dvojnásobnou rušenou krystalisací.

Síran olovnatý byl získán srážením roztoku dvakrát rušeně překrystalovaného dusičnanu olovnatého ch. č., vypočtěným množstvím zředěné kyseliny sírové. Na to byl

promýván studenou vodou až do vymizení kyselosti a dále až reakce na $NO_3'$ činidlem brucinovým ustála.

Chroman olovnatý připravován srážením uvedeného již roztoku dusičnanu olovnatého roztokem chromové kyseliny, připravené z kysličníku chromového, chovajícího pouze sledy kyseliny dusičné. Ssedlina promývána a ostře odssávána tak dlouho, až filtrát neobsahoval žádnou kyselinu dusičnou, na to promyt čistým alkoholem, pak čerstvě destilovaným čistým éterem a sušen několik dní ve vakuovém exikatoru. Při tom vždy pozorováno, že éterový zápach lpěl neobyčejně houževnatě na preparátu a že i několik dní po znatelném zmizení éteru reagoval jeho vodný výluh přímo s jodidem draselnatým. Byla to bezpochyby superoxydická nečistota, která tuto reakci způsobovala, neboť po dalších několika dnech tato reakce zmizela.

Voda destilovaná z našeho velkého destilačního přístroje ústavního obsahovala sledy olova a proto byla připravována pro tuto práci naši zvlášť v laboratoři samé destilací dle způsobu Šulcova [Chemické Listy XXI. Str. 236.]

Jako nádobí sloužila nám stará platina z inventáře bývalé stolice Štolbovy, event. porculánové nádobí fy berlínské a resistenční sklo fy Schottovy.

Ku stanovení stability byly provedeny tyto dva pokusy:

Při prvním volen poměr reagujících pevných hmot v molech

$1\ K_2CrO_4 : 1\ K_2SO_4 : {}^1/_2\ PbCrO_4$, rozpuštěno

67 g $K_2CrO_4$, 15 g $K_2SO_4$ ve 100 g vody a přidáno 42 g $PbCrO_4$.

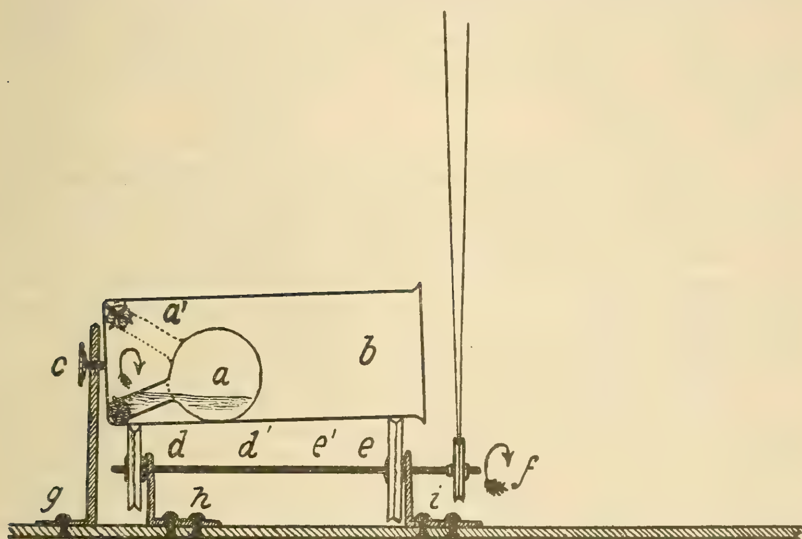
V druhém rozpuštěno ve 100 gr vody tolik látek, aby byly na dně v poměru

$1\ K_2CrO_4 : 1\ K_2SO_4 : {}^1/_2\ PbSO_4$ v molech a bylo tu odváženo 67 g $K_2CrO_4$, 15 g $K_2SO_4$ a 3·7 g $PbSO_4$ na 100 g vody.

Jestliže netvoří se isomorfní směsi, musí v jednom z obou případů olovnatá sůl zmizeti.

Obsah baněk, ve kterých byly tyto pokusy prováděny, byl důkladně protřepáván. K tomu cíli použito bylo následující zařízení, které znamenitě se osvědčilo a které nejen míchá nýbrž i protřepává a umožňuje pokus na velkou dobu protáhnouti.

Mezi dvě osy, z nichž každá byla opatřena dvěma kolečky (*d, e*; *d', e'*) a jedna poháněna šňůrou přes hnací kolečko *f* teplovzdušným motorem, vložena byla kádinka *b* skleněná (později plechová krabice kruhového průřezu), tak že na kolečkách spočívala a s nimi se otáčela. Do kádinky byla vložena skleněná baňka *a* naplněná příslušnými látkami,




Obr. 1.

uzavřená zátkou jednou vrtanou. Do otvoru vložena těsně krátká tyčinka, takže asi o půl centimetru nad zátku vyčnívala. Tyčinka byla na koncích otavena. Baňka byla do kádinky vložena tak, aby se konec tyčinky dotýkal kraje dna. Při otáčení kádinky spodní baňatá část baňky zůstávala na svém místě, při čemž se otáčela kolem vlastní osy. Mimo to však hrdlo baňky se krouživě pohybovalo kolem dna kádinky a vykonávalo tak zároveň komihavý pohyb, při čemž se hrdlo zvedalo a klesalo, nabírajíc něco tekutiny a opět zpět ji vrhajíc. Míchání toto bylo velmi intensivní.

Při pokusu prvním, který ukončen byl po době šesti měsíců, byla ssedlina odssáta a na filtru promyta. Malá část ještě vlhké ssedliny byla vnesena do koncentrovaného roztoku vinanu ammonatého a vařena několik minut. Na to

část čiré filtrované tekutiny okyselena několika kapkami kyseliny solné a zkoušena na iont $SO_4''$. Roztokem dusičnanu barnatého neobjevilo se žádné zakalení, což svědčilo té okolnosti, že v ssedlině nenacházel se žádný síran olovnatý, který, jak známo, v roztoku vinanu ammonatého dobře se rozpouští. Roztok obsahoval pouze iont $Cr_2O_7''$.

Pokusem prvním dokázáno, že síran olovnatý z chromanu olovnatého účinkem síranu draselnatého za oněch poměrů nevznikal, t. j. systém $PbCrO_4 + K_2SO_4$ jest stálejší nežli $PbSO_4 + K_2CrO_4$.

Při druhém pokusu, kdy byl síran olovnatý uveden ve styk s roztokem síranu a chromanu draselnatého, konstatováno, že neobyčejně rychle z počátku mizel, na dně však zůstávaly malé stopy síranu olovnatého prostým okem se odlišující (zejména, když tekutina ponechána delší dobu v klidu), které pouze velice zvolna se rozpouštěly. Po době deseti měsíců nalezeny ještě sledy síranu olovnatého.

I jest z těchto pokusů zřejmo, že síran olovnatý velmi rychle jest účinkem chromanu draselnatého ve vodném roztoku přeměňován na chroman olovnatý. Lze i s největší pravděpodobností za to míti, že podvojné sole a tedy i sulfochroman olovnatý za teploty laboratorní, teploty, při níž se výroba děje, a za ostatních daných poměrů se netvoří.

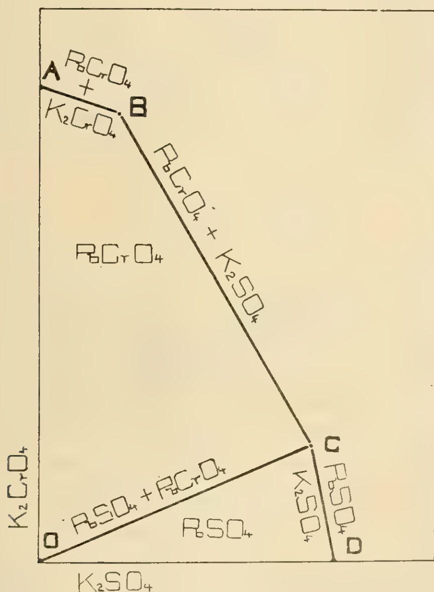
*β* Úvahy o isothermě této reakce.

Předpokládáme-li, že se netvoří podvojné sole nebo pevné roztoky, má isothermický diagram tento tvar:

Bod *A* na ose *Y* odpovídá rozpustnosti $K_2CrO_4$ za dané temperatury resp. rovnováze $K_2CrO_4 + PbCrO_4$ [pro nepatrnou rozpustnost $PbCrO_4$ možno pokládati společnou rozpustnost rovnou rozpustnosti pouhého $K_2CrO_4$]. V bodě tomto máme 4 fáse [$PbCrO_4$, $K_2CrO_4$, voda a pára] a 3 složky [$PbCrO_4$, $K_2CrO_4$, $H_2O$]. Počet volností jest = 1. Bod ten jest tedy monovariantní, každé temperatuře odpovídá určitá tense páry a koncentrace roztoku. Přidáváme-li k roztoku složení bodu *A* síran draselnatý, sníží se tím rozpustnost chromanu draselnatého, neboť přidáváme látku stejného iontu K· a v bodě *B* máme na dně tři soli: $K_2CrO_4$, $K_2SO_4$ a $PbSO_4$. Je

zde 5 fásí [$PbCrO_4$, $K_2SO_4$, $K_2CrO_4$, voda, pára] a 4 složky [$PbCrO_4$, $K_2SO_4$, $K_2CrO_4$, voda]. Bod ten má jednu volnost a jest tedy monovariantní.

Pro každou temperaturu bude určitý poměr $K_2SO_4$ : $K_2CrO_4$ a určité napětí vodní páry. Křivka omezená bodem *A* a *B* jest systém bivariantní; má 4 fáse [2 hmoty na dně, 1




Obr. 2.

fáse kapalná a jedna plynná] a 4 složky [$PbCrO_4$, $K_2CrO_4$, $K_2SO_4$, $H_2O$] má tedy 2 volnosti. Můžeme měniti temperaturu i koncentraci $K_2SO_4$ a $K_2CrO_4$. Přidáme-li k hmotám složení bodu *B* síran olovnatý v přebytku, tu se musí dvojicí méně stálejší přeměňovati v dvojici stálejší. V tomto případě bude se $PbSO_4$ měniti v $PbCrO_4$ za současného úbytku $K_2CrO_4$. Tato přeměna od *B* do *C* je opět bivariantní [6 složek a 6 fásí] a bude pokračovati tak dlouho, až zmizí $K_2CrO_4$ na dně co pevná fáse. Dostaneme bod monovariantní *C*, kde je na dně $K_2SO_4$, $PbSO_4$ a $PbCrO_4$ [5 fásí a 4 složky].

Jestliže soustavu bodu *C* zředíme, mohou nastati 2 případy:

1. Buď zmizí nejdříve $PbCrO_4$ na dně co pevná fáse a dalším zřeďováním dostaneme křivku *C D*, která značí klesající rozpustnost $K_2CrO_4$ s přibývajícím $K_2SO_4$. Když koncentrace $K_2CrO_4$ dostoupí až k nulle, dostaneme se k bodu *D*, kterým je označena rozpustnost $K_2SO_4$ u přítomnosti $PbSO_4$. [Pro malou rozpustnost $PbSO_4$ stačí vzíti v úvahu pouze rozpustnost $K_2SO_4$.]

2. Zmizí-li předem $K_2SO_4$ co pevná fáse, máme pak systém s pevnými fásemi $PbCrO_4$ a $PbSO_4$ a roztok $K_2CrO_4$ a $K_2SO_4$. Zřeďováním bude se zmenšovati koncentrace obou těch hmot, až bude v bodě $O = 0$. Křivka ta je divariantní a vyjadřuje vlastně zákon GULDBERG-WAAGŮV.

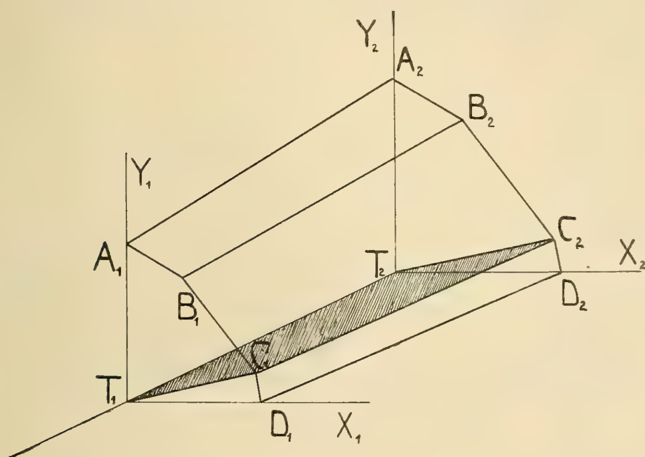
$$\frac{C_{K_2CrO_4}}{C_{K_2SO_4}} = \text{konst.}$$

Diagram představuje tudíž všechny možné stavy rovnováhy naší soustavy. Na křivce *ABCD* jest pouze jediný bod *C*, kde vedle sebe existují $PbSO_4 + PbCrO_4$. Nad tím bodem je možná existence pouze $PbCrO_4$ a pod ním pouze $PbSO_4$. Tímto bodem jest též dána maximální koncentrace $K_2CrO_4$ a $K_2SO_4$, při které vedle sebe jest možná existence $PbSO_4$ a $PbCrO_4$. Přímka *OC* značící měnivé složení koncentrace $K_2CrO_4$ a $K_2SO_4$ za přítomnosti $PbSO_4$ *a* $PbCrO_4$, rozděluje diagram ve dvě pole, oblasti to existence $PbCrO_4$ a $PbSO_4$ (pro tu temperaturu, pro kterou platí příslušná isotherma).

Úlohou naší bylo určení tohoto isothermického diagramu pro různé temperatury, asi v takovém oboru, s jakým se v praxi můžeme sejíti.

Přistoupí-li k isothermickému diagramu třetí osa, na kterou se nanese temperatura, dostaneme prostorový útvar nazvaný dle MEYERHOFFERA »*polytherma*«. Zanedbáme-li nepatrnou rozpustnost $PbSO_4$ a $PbCrO_4$, máme následující prostorový diagram, který pro přehlednost znázorněn jest vlastně jen co částečný výsek mezi dvěma teplotami $T_2$—$T_1$. (Viz obr. čís. 3.) $B_2$ $B_1$ jest křivka prostorová značící společnou rozpustnost $K_2CrO_4 + K_2SO_4$. Ta rozděluje prostor na dvě části, na plochu $K_2CrO_4$ $A_1B_1B_2A_2$ a plochu $K_2SO_4$ $B_1C_1D_1D_2C_2B_2$. První plocha je omezena v rovině $K_2CrO_4$ rozpustností $K_2CrO_4$

a v rovině $K_2SO_4$ rozpustností $K_2SO_4$. Uvnitř diagramu jest rovina Guldberg-Waagova, jejíž stopa leží v ose teplot, kterou je tato rovina s jedné strany omezena. Na druhé straně je omezena čarou $C_1C_2$ v poli $K_2SO_4$. Tato rovina Guldberg-Waagova nám rozděluje prostor mezi osami na dvě oblasti. Prostor $PbCrO_4$ a prostor $PbSO_4$. V prvním prostoru jsou všechny možné roztoky, s kterými může býti $PbCrO_4$ a ve dru-




Obr. 3.

hém prostoru roztoky, s kterými může býti $PbSO_4$ v rovnováze. Rovina Guldberg-Waagova značí pak koncentrace roztoků $K_2SO_4$ a $K_2CrO_4$, se kterými může býti současně $PbSO_4$ a $PbCrO_4$ v rovnovážném styku. Její průsečnice $C_1C_2$ s oblastí $K_2SO_4$ jest místo značící roztoky, které mohou mimo obou solí olovnatých míti i na dně $K_2SO_4$.

Ovšem, že bližší formu udají pokusy a vztah bodů B a C. Při temperatuře, při které by splynuly tyto dva body, měli bychom transformační temperaturu tohoto systému. Při této jediné temperatuře by mohly pak vedle sebe existovati $PbCrO_4$, $PbSO_4$, $K_2SO_4$ a $K_2CrO_4$.

### γ. Vyšetření isothermy.

Stanovení isothermy rozpadá se ve dva úkoly. Stanovení křivky Guldberg-Waagovy *OC* a pak stanovení křivky

*ABCD*. Přihlédneme-li blíže k povahám obou křivek, poznáme i cesty, jakými je možno jich stanovení. Křivka Guldberg-Waagova značí vlastně poměr rovnovážných koncentrací $K_2CrO_4$ ku $K_2SO_4$, je-li přítomno $PbSO_4$ a $PbCrO_4$. Nejjednodušší způsob by byl nechati probíhati reakci v obou směrech a hledati v konečných produktech poměr $K_2CrO_4 : K_2SO_4$. Ten by se musil v obou případech blížiti stejné hodnotě, která by byla pak rovnovážnou konstantou a příslušné koncentrace $K_2CrO_4$ a $K_2SO_4$ by určovaly body na křivce Guldberg-Waagově.

### Stanovení křivky Guldberg-Waagovy při 20, 40, 70 a 100° C.

Způsob práce: Původní plán práce byl ten, že jsme hleděli sledováním reakce v obou směrech dospěti k rovnovážnému stavu. Tohoto postupu jsme zpočátku dodržovali a jich výsledky jsou zaneseny do příslušných tabulek. Pracováno tu tak, že byly do Erlemeyerových baněk z resistentního skla vneseny do naváženého množství vody na porculánových lodičkách odvážená určitá množství reagujících látek. Lahvičky byly uzavřeny korkovými zátkami, zevně obaleny kaučukovou blánou a přitlačeny kaučukovou páskou a postaveny na to do thermostatu Ostwaldova. Po určité době byly pak vytaženy a obsah slit do Goochova tyglu, v němž nalézala se vrstva analytického asbestu. Co nejrychleji sfiltrováno, odssátá tekutina zředěna ve známý volum, odpipetována jistá část a určen v ní obsažený chroman jodimetrickou titrací n/10 nebo n/100 n sirnatanem. Poněvadž bylo bráno k pokusům vždy určité množství chromanu, bylo možno z jeho úbytku nebo přibytku souditi na postup reakce.

Byl nám tedy $K_2CrO_4$ měřítkem reakce.

Dle schema:



$$K_2CrO_4 + PbSO_4 \rightleftarrows PbCrO_4 + K_2SO_4.$$

vzniklý $K_2SO_4$ stanoven byl nepřímo z úbytku neb přibytku $K_2CrO_4$, kterémuž byl ekvivalentní. V některých pří-

padech bylo i množství $K_2SO_4$ přímo určeno pro kontrolu správnosti tohoto předpokladu.

Poměr látek byl tak volen, aby byl vyjadřitelný v celých neb aspoň desetinách molu. Zkušeností, uváděnou v literatuře, podobné našemu případu, byli jsme vedeni k tomu, bráti k reakci vždy tři látky našeho systému, to jest ve směru $\longrightarrow K_2CrO_4$, $PbSO_4$ a $PbCrO_4$ a podobně i ve směru opačném $K_2SO_4$, $PbSO_4$ a $PbCrO_4$, abychom se vyvarovali jistým úkazům t. zv. přeběhnutí reakce, jakémusi druhu přesycení.

Pro pokusy naše volili jsme troje různé koncentrace a to:

Čís. I.

a) $1000\,H_2O : 10\,K_2CrO_4 : 12\,PbSO_4 : 2\,PbCrO_4$
b) $1000\,H_2O : 10\,K_2SO_4 : 12\,PbCrO_4 : 2\,PbSO_4$

Čís. II. pětkráte menší nežli předcházející s ohledem na $K_2CrO_4$ resp. $K_2SO_4$

a) $1000\,H_2O : 2\,K_2CrO_4 : 4\,PbSO_4 : 1\,PbCrO_4$
b) $1000\,H_2O : 2\,K_2SO_4 : 4\,PbCrO_4 : 1\,PbSO_4$

Čís. III. desetkráte menší čísla II.

a) $1000\,H_2O : 0{\cdot}2\,K_2CrO_4 : 0{\cdot}4\,PbSO_4 : 0{\cdot}1\,PbCrO_4$
b) $1000\,H_2O : 0{\cdot}2\,K_2SO_4 : 0{\cdot}4\,PbCrO_4 : 0{\cdot}1\,PbSO_4$

Ze všech případů jest zřejmo, že byly příslušné soli olovnaté v přebytku, tak že mohla reakce probíhati hluboko. Vody odvažováno bylo vždy 54·048 g a všechny tři látky v příslušném množství vpraveny do baněk na lodičkách z míšeňského porculánu.

Pokusy provedeny při teplotách

$\alpha$ . . . . . . . 20°C,
$\beta$ . . . . . . . 40°C,
$\gamma$ . . . . . . . 70°C a
$\delta$ . . . . . . . 98°C.

Výsledky nalezené vneseny jsou v následující tabulky:

### Tabulka čís. 1.

| Teplota °C | Koncentrace | Doba | $K_2CrO_4$ v molech | $K_2SO_4$ v molech | $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO_4}$ | Čís. pokusu | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20° | α I. a | 9 hod. | 7·5902 | 2·4088 | 3.1497 | 22. | Barva po |
| 20° | α I. a | 19 hod. | 7·2230 | 2·7770 | 2·6010 | 83. | filtraci |
| 20° | α I. a | 150 hod. | 6·0036 | 3·9964 | 1·5022 | 100. | citronově žlutá |
| 20° | α I. b | 5 hod. | — | — | — | 20. | nepatrné stopy $CrO_4''$ |
| 20° | α I. b | 16 hod. | 0·0025 | 9·9975 | 0·00025 | 24. 81. | Barva |
| 20° | α I. b* | 5 hod. | 0·0029 | 9·9971 | 0·00029 | 21. | po filtraci |
| 20° | α I. b* | 125 hod. | 0·0036 | 9·9964 | 0·00036 | 29. | žlutá- |

### Tabulka čís. 2.

| Teplota °C | Koncentrace | Doba | $K_2CrO_4$ v molech | $K_2SO_4$ v molech | $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO_4}$ | Čís. pokusu | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20° | α II. a | 2 hod. | 1·5375 | 0·6525 | 3·3245 | 1. | Po filtraci |
| 20° | α II. a | 5 hod. | 1·4062 | 0·5938 | 2·3681 | 3. | odstín barvy |
| 20° | α II. a | 24 hod. | 1·2877 | 0·7123 | 1·8078 | 11. | původně žlutý |
| 20° | α II. a | 45 hod. | 1·2269 | 0·7731 | 1·5905 | 8. | s klesajíc. množ. |
| 20° | α II. a | 115 hod. | 1·1438 | 0·8562 | 1·3359 | 30. | $PbSO_4$ temní. |
| 20° | α II. a | 30 dní | 0·9504 | 1·0496 | 0·5343 | 40. | Body křivky |
| 20° | α II. a | 73 dny | 0·6463 | 1·3537 | 0·4773 | 47. | α II. a |
| 20° | α II. b | 2 hod. | 0 | — | — | 2. | Mimo pokus č. 31. kdy přičiněno $^1/_{2000}$ mol. $K_2CrO_4$ nenalezena kvalitativní reakce na $CrO_4''$. |
| 20° | α II. b | 5 hod. | 0 | — | — | 4. | |
| 20° | α II. b | 45 hod. | 0 | — | — | 9. | |
| 20° | α II. b* | 125 hod. | — | — | — | 31. | Odstín barvy nezměněn. |
| 20° | α II. b | 42 dní | 0 | — | — | 41. | |

### Tabulka čís. 3.

| Teplota °C | Koncentrace | Doba | $K_2CrO_4$ v molech | $K_2SO_4$ v molech | $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO_4}$ | Čís. pokusu | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20° | α III. a | 2 hod. | 0·1919 | 0·0082 | 24·051 | 5. | Po filtraci odstín barvy původně světle žlutý s klesajícím množstvím síranu olovnatého temní. |
| 20° | α III. a | 5 hod. | 0·1837 | 0·0163 | 11·269 | 7. | |
| 20° | α III. a | 8 hod. | 0·1660 | 0·0340 | 4·8815 | 23. | |
| 20° | α III. a | 24 hod. | 0·1248 | 0·0752 | 1·6596 | 12. | |
| 20° | α III. a | 5 dní | 0·0794 | 0·1206 | 1·4825 | 32. | Body vneseny v křivku α III. a. (Obr. čís. IV.) |
| 20° | α III. a | 30 dní | 0·0433 | 0·1567 | 0·3619 | 37. | |
| 20° | α III. b | 2 hod. | 0 | — | — | 6. | Filtraty nedávaly reakce na $C_2O_4''$ ani v případě pokusu 38. kdy přidáno $^1/_{2000}$ mol. $K_2C_2O_4$. Reakce tu zmizela, zřejmy vliv to adsorpce. Odstín barvy nezměněn. |
| 20° | α III. b | 45 hod. | 0 | — | — | 10. | |
| 20° | α III. b | 5 dní | 0 | — | — | 33. | |
| 20° | α III. b* | 52 dní | 0 | — | — | 38. | |

* Při těchto pokusech přidáno mimo látek v poměru uvedeném (I. b; II. b; III. b.) místo vody roztok obsahující tolik $K_2CrO_4$, aby jeho množství odpovídalo $^1/_{2000}$ molu $K_2CrO_4$.

**Tabulka čís. 4.**

| Teplota C | Koncentrace | Doba | $K_2CrO_4$ v molech | $K_2SO_4$ v molech | $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO_4}$ | Číslo pokusu | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40° | β I. a | 3 hod. | 7·166 | 2·734 | 2·625 | 108. | Barva po sfiltrování citronově žlutá. Tekutinou intensivně mícháno. |
| 40° | β I. a | 5 hod. | 6·848 | 3·152 | 2·173 | 104. | |
| 40° | β I. b | 24 hod. | 0·0037 | 9·9963 | 0·00037 | 97. | Konc. vol. pozměn v $1000K_2O : 10K_2SO_4 : 1PbSO_4$. Z toho důvodu aby bráněno bylo sil. účinkům adsorpce.* |
| 40° | β I. b | 48 hod. | 0·0056 | 9·9944 | 0·00056 | 98. | |
| 40° | β I. b | 4 dny | 0·0039 | 9·9961 | 0·00039 | 106. | |
| 40° | β II. a | 150 min. | 1·3104 | 0·6896 | 2·2138 | 15. | Preparát s ubývajícím množstvím $PbSO_4$ v barvě své temní. |
| 40° | β II. a | 5 hod. | 1·1439 | 0·8561 | 1·3369 | 16. | |
| 40° | β II. a | 8 hod. | 1·0786 | 0·9214 | 1·1706 | 25. | |
| 40° | β II. a | $16^1/_2$ hod. | 0·6814 | 1·3186 | 0·5168 | 60. | |
| 40° | β II. a | 40·1 hod. | 0·1102 | 1·8898 | 0·0584 | 94. | |
| 40° | β II. a | 70 hod. | 0 | 2·— | 0 | 58. | |
| 40° | β II. b | 150 min. | 0 | — | — | 14. | Filtráty nedavaly reakce na $CrO_4''$. |
| 40° | β II. b | 5 hod. | 0 | — | — | 36. | |
| 40° | β II. b | 40 hod. | 0 | — | — | 94a. | |
| 40° | β II. b | 148 hod | 0 | — | — | 95. | |
| 40° | β III. a | 2 hod. | 0·1579 | 0·0421 | 3·7495 | 34. | Barva nejevila změny. |
| 40° | β III. a | 8 hod. | 0·1136 | 0·0864 | 1·3184 | 27. | |
| 40° | β III. a | $78^3/_4$ h. | 0·0392 | 0·1608 | 0·2430 | 61. | |
| 40° | β III. a | 118 hod. | 0 | 0·2000 | 0 | 62. | |
| 40° | β III. b* | 8 hod. | — | — | — | 26. | Nenalez. reakce $CrO_4''$ Zřejmý vliv adsorpce |
| 40° | β III. b* | 48 hod. | 0·0001 | — | — | 96. | — |
| 40° | β III. b* | 4 dny | — | — | — | 105a. | dto |
| 40° | β III. b | 4 dny | — | — | — | 105b. | — |

* Adsorpce působí velmi značnou měrou a znemožňuje nalezení přesných výsledků. Bude jí věnována zvláštní stať v druhém oddílu práce.

* Koncentrace III. b., přičiněno však $^1/_{2000}$ mol $K_2CrO_4$.

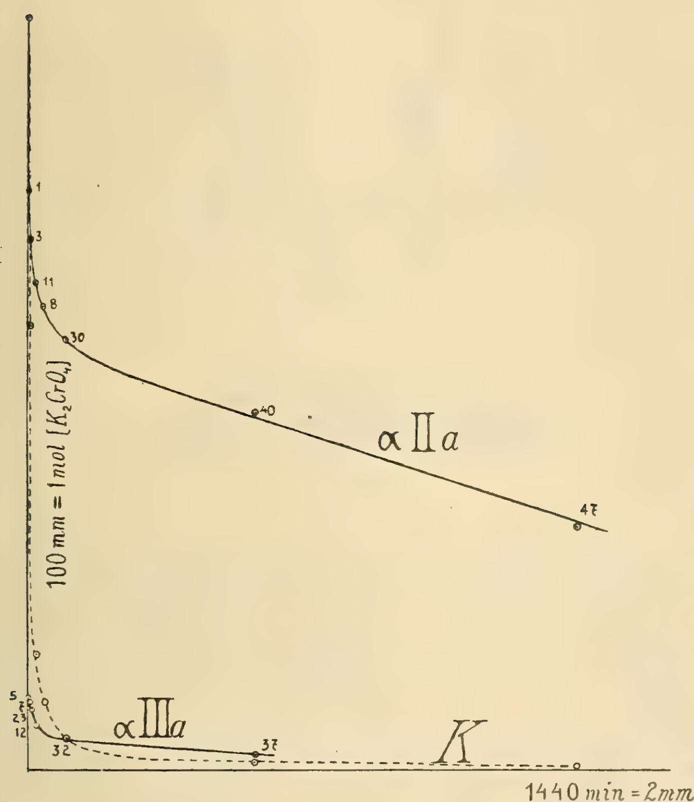
### Tabulka čís. 5.

| Teplota °C | Koncentrace | Doba | $K_2CrO_4$ v molech | $K_2SO_4$ v molech | $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO_4}$ | Číslo pokusu | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70° | γ I. a | 3 hod. | 5·1073 | 4·8927 | 1·044 | 103. | Preparát za horka červenější nežli za chladu. |
| 70° | γ I. b | 5 hod. | 0·0069 | 9·9931 | 0·00069 | 84. | Koncentrace volena stejná jako při pokus. β I. b ze stejné příčiny. |
| 70° | γ I. b | 16 hod. | 0·0067 | 9·9933 | 0·00067 | 85. | |
| 70° | γ I. b | 45 hod. | 0·0059 | 9·9941 | 0·00059 | 91. | |
| 70° | γ II. a | 2 hod. | 0·5481 | 1·4519 | 0·3864 | 39. | Preparát za horka byl oranžově červ., po vychladnutí sežloutl. |
| 70° | γ II. a | 5 hod. | 0·3739 | 1·6261 | 0·2247 | 44. | |
| 70° | γ II. a | 15 hod. | 0·0753 | 1·9247 | 0·0391 | 65. | |
| 70° | γ II. a | 25 hod. | 0 | 2·000 | 0 | 63. | |
| 70° | γ II. b** | 2 hod. | 0·0007 | 1·9993 | 0·00035 | 42. | — |
| 70° | γ II. b** | 8 hod. | 0·0006 | 1·9994 | 0·00030 | 86. | |
| 70° | γ II. b** | 46 hod. | 0·0007 | 1·9993 | 0·00035 | 87. | |
| 70° | γ III. a | 2 hod. | 0·1346 | 0·0654 | 2·0523 | 43. | Produkt po filtraci červenožlutý, po vychladnutí světlejší. |
| 70° | γ III. a | 5 hod. | 0·0808 | 0·1192 | 0·6778 | 46. | |
| 70° | γ III. a | 15 hod. | 0·0501 | 0·1499 | 0·3342 | 66. | |
| 70° | γ III. a | 26¾ hod. | 0·0103 | 0·1897 | 0·0545 | 75. | |
| 70° | γ III. b | 8 hod. | 0 | — | 0 | 88. | Nenalezena reakce na $CrO_4$". |
| 70° | γ III. b | 16 hod. | 0 | — | 0 | 89. | |

** Koncentrace II. b., přičiněno však 1/2000 mol $K_2CrO_4$.

### Tabulka čís. 6.

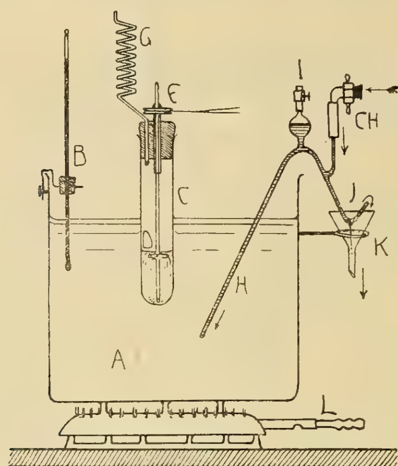
| Teplota C | Koncentrace | Doba | $K_2CrO_4$ v molech | $K_2SO_4$ v molech | $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO_4}$ | Číslo pokusu | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 98·5° | δ I. a | 2 hod. | 5·003 | 4·9970 | 1·0012 | 71. | S ubývajícím $PbSO_4$ barva temní. Za horka odstín do červen. Intens. mícháno. |
| 98·5° | δ I. a | 3 hod. | 4·3437 | 5·6563 | 0·7662 | 73. | |
| 98·5° | δ I. a | 9 hod. | 3·0085 | 6·9915 | 0·4303 | 75. | |
| 98·5° | δ I. a | 18 hod. | 0 | 10·0 | 0 | 112. | |
| 98·5° | δ I. b | 3 hod. | 0·0059 | 9·9961 | 0·0006 | 74. | Koncen. pozměněna jako při γ I. b |
| 98·5° | δ I. b | 8 hod. | 0·0069 | 9·9951 | 0·0007 | 77. | |
| 98·5° | δ II. a | 30 min. | 0·8974 | 1·1026 | 0·8139 | 49. | Zjevy stejné jako při δ I. a. |
| 98·5° | δ II. a | 1 hod. | 0·0577 | 1·9423 | 0·00297 | 50. | |
| 98·5° | δ II. a | 2 hod. | 0·0012 | 1·9988 | 0·00061 | 48. | |
| 98·5° | δ II. b | 1 hod. | 0·0006 | 1·9994 | 0·0003 | 51. | Totéž co při δ I. a. |
| 98·5° | δ II. b | 2 hod. | 0·0008 | 1·9992 | 0·0004 | 82. | |
| 98·5° | δ III. a | 2 hod. | 0·0695 | 0·1305 | 0·0531 | 52. | Pozorována změna barvy jako při δ I. a. |
| 98·5° | δ III. a | 4 hod. | 0·0156 | 0·1844 | 0·0085 | 55. | |
| 98·5° | δ III. a | 6 hod. | 0 | 0·2000 | 0 | 56. | |
| 98·5° | δ III. b | 3 hod. | 0·0001 | 0·1999 | 0·0005 | 90. | — |
| 98·5° | δ III. b | 15 hod. | 0·0001 | 0·1999 | 0·0005 | 92. | |




Obr. 4.

Ve všech pokusech, vyjímaje koncentrace Ia a Ib bylo pracováno bez stejnoměrného míchání. Baňky s hmotami reagujícími byly postaveny do thermostatu, vyhřátého na příslušnou teplotu a občas byly silně protřepány. Při koncentracích Ia bylo však pozorováno, že pouhé protřepávání nestačí. Reakce se, jak z pokusů 19. a 22. konc. Ia patrno, zastavovala. Příčinou byla asi inkrustace síranu olovnatého vytvořeným chromanem olovnatým. Proto bylo při práci s touto vysokou koncentrací mícháno následujícím zařízením: (Viz obr. 5.)

Do cukrovarnické zkoumavky byly vpraveny reagující látky, uzavřeno zátkou dvakrát vrtanou. Otvorem ve středu procházelo otáčivé míchadlo Wittovo, poháněné elektrickým motorem, jež dělalo 500 obrátek v minutě. Druhým otvorem




Obr. 5.

vetknuta byla spirálně stočená tenkostěnná trubice působící jako zpětný chladič. Celý přístroj byl vložen do thermostatu spodní částí tak hluboko, kam až ve zkoumavce sáhala reakční směs. Poněvadž při vyšších teplotách a při práci trvající dlouhou dobu voda z thermostatu se vypařovala, byla automaticky dolévána z nádoby výše položené dole opatřené tubusem, do něhož zapuštěn byl kohoutek s připojeným plovákem. Jakmile plovák umístěný v thermostatě klesl s její hladinou, pootevřel se kohoutek a příslušné množství vody přiteklo, nahradilo vodu vypařenou a vyrovnalo hladiny. Pokusy při teplotě vroucí vodní lázně (98·5°) provedeny byly v jednoduché nádobě železné (srovnej obr. čís. 5.) naplněné vodou, která dolévána automaticky zařízením přímo na vodovod připojeným. Fungovalo zcela bezvadně, byl-li dostatečně silný proud vody a odvzdušňovací reservoir (I.) jí naplněn. Plyny tu nashromážděné byly občas vypouštěny.

Do práce brali jsme vždy 3 látky naší soustavy proto, abychom zamezili různým úkazům přesycení, o jakých se v literatuře, týkající se podobných soustav mluví. Upozorňujeme tu opět na citovanou práci Meyerhofferovu. Ačkoliv jsme jeho zkušenosti v naší práci využili, nepodařilo se nám přece v počátečních pokusech dosáhnouti uspokojivých výsledků při sledování reakce ve směru

Obr. 6.



$$K_2SO_4 + PbCrO_4 \longrightarrow PbSO_4 + K_2CrO_4$$

Provedli jsme celou řadu pokusů (viz koncentrace IIb, IIIb při 20° C a IIb a IIIb při 40° C) i zdálo se z počátku, že reakce nebude zvratnou, zvláště, když v některých případech (viz pokus 58 při konc. IIa temp. 40° C, též 62 IIIa při 40° C, 63 IIa při 70° C) ve směru $K_2CrO_4 + PbSO_4 \longrightarrow PbCrO_4 + K_2SO_4$ doběhla až do konce.

Bylo tedy nutno zjistiti dále zvratnost reakce. Volili jsme k tomu větší koncentrace $K_2SO_4$. Pokusy Ia při 20° C a následující pokus provedený při 40° C nám dokázaly zvratnost její. Koncentrace tu volena 1000 $H_2O$ : 10 $K_2SO_4$ : 2 $PbCrO_4$ : 1 $PbSO_4$ : 0·002 $K_2CrO_4$. Po 4 hodinách stoupla koncentrace $K_2CrO_4$ na 0·0046 mol $K_2CrO_4$. Tím byl proveden nejen důkaz

zvratnosti reakce, ale zároveň posílena domněnka o malé hodnotě rovnovážného poměru $\frac{K_2CrO_4}{K_2SO}$, který dle Nernstovy theorie o stálosti koëficientu jeví se rovněž malý.

Vyjdeme-li od theorie elektrolytické dissociace, dostaneme se dle Nernsta k výsledkům, které nám vysvětlují kolísání rovnovážné konstanty s koncentrací a podávají i velikost mezné hodnoty poměru

$$\frac{K_2SO_4}{K_2CrO_4}$$

Je-li v roztoku $PbSO_4$, platí pro rozpuštěnou část

$$\frac{C_{Pb^{\cdot\cdot}} \times C_{SO_4''}}{C_{PbSO_4}} = k_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad a)$$

a podobně pro $PbCrO_4$

$$\frac{C_{Pb^{\cdot\cdot}} \times C_{CrO_4''}}{C_{PbCrO_4}} = k_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad b)$$

Jsou-li obě látky na dně jako ssedlina, můžeme koncentraci nedissociovaných částí považovati za konstantní. Je-li pak $PbSO_4$ a $PbCrO_4$ ve společném roztoku, musí býti C pro obě stejné a dělením a: b dostaneme

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{SO_4''}}{C_{CrO_4''}} = K \quad \ldots\ldots\ldots \quad c)$$

Za současné přítomnosti solí $K_2SO_4$ a $K_2CrO_4$ nemůže se tato konstanta měniti; koncentrace iontů $SO_4''$ a $CrO_4''$ vzniklých dissociací $K_2SO_4$ a $K_2CrO_4$ řídí se dle uvedené rovnice c.

Výsledky získané stanovením $K_2SO_4$ a $K_2CrO_4$ mohou pak jen tehdy souhlasiti s uvedenou rovnicí, jestliže jsou obě soli úplně dissociovány. Proto platí toto pravidlo tím přesněji, čím větší je dissociace, t. j. čím větší je zředění. Pro veliké zředění blíží se $\frac{K_2SO_4}{K_2CrO_4}$ hodnotě $\frac{SO_4''}{CrO_4''}$, která je meznou hodnotou.

Velikost její možno určiti z rozpustnosti $PbSO_4$ a $PbCrO_4$.

Je-li $e_1$ rozpustnost $PbSO_4$ v molech $= 1{\cdot}4 \times 10^{-4}$
Je-li $e_2$ » $PbCrO_4$ » $= 6{\cdot}2 \times 10^{-7}$

Tu jest rozpouštěcí součin pro úplnou dissociaci

$$C_{Pb^{\cdot\cdot}} \times C_{SO_4''} = e_1^2$$
$$C_{Pb^{\cdot\cdot}} \times C_{CrO_4''} = e_2^2$$

Ve společném roztoku je

$$\frac{C_{SO_4''}}{C_{CrO_4''}} = \frac{e_1^2}{e_2^2} = 51293$$

Převratná hodnota je pak náš výraz

$$\frac{C_{O_4r''}}{C_{SO_4''}} = \frac{1}{51293}$$

Úvaha tato dokazuje zřejmě, že rovnovážný stav je daleko posunut ve směru k $\longrightarrow PbCrO_4$. Domnívali jsme se zpočátku, že je tu možné klesnutí rovnovážné konstanty pod mez citlivosti reakce analytické, kterou jsme $CrO_4''$ určovali, t. j. reakce jodu s mazem škrobovým. Citlivost této reakce stanovena byla z údajů Traedwellových*). Dle těchto vypočteno, že se 3 $cm^3$ mazu škrobového za nejpříznivějších podmínek (v 50 $cm^3$ za přítomnosti 1 g KJ) dá dokázati 0·0000508 g J. Tomu množství je ekvivalentní 0·0000013 g $K_2CrO_4$. Při naší nejmenší koncentraci (IIIb), kde jsme pracovali s 0·2 $K_2SO_4$ na 1000 $H_2O$, t. j. na 54·048 g $H_2O$ 0·1046 g $K_2SO_4$, obnášelo by množství $K_2CrO_4$ dle nahoře vypočteného poměru $\frac{C_{CrO_4''}}{C_{SO_4}}$ přibližně 0·000002 g $K_2CrO_4$ v 54·048 g vody. Z těchto výpočtů je patrno, že při této koncentraci leží rovnovážné koncentrace $CrO_4''$ blízko mezi citlivosti určování toho iontu.

K tomu přistupuje ještě jiný úkaz, který ztěžoval určování rovnovážné konstanty. Byla to adsorpce chromanu draselnatého chromanem olovnatým. Tomuto úkazu, který má pro technickou stránku výroby žluti chromové citronové barvy velikou důležitost, bude věnována zvláštní stať. Zde buďtež uvedeny jen tyto informační pokusy:

1. V 50 cc roztoku, chovajícím 0·0249 g chromanu draselnatého bylo nasuspendováno 2 g $PbCrO_4$ a občas protřepáno, načež po 4 dnech bylo nalezeno v tekutině 0·0168 g, t. j. zmizelo 32·5%.

---

* Lehrbuch d. Anal. Chemie str. 537. (7 vyd.)

2. Roztok, jehož konečná koncentrace odpovídala ukončenému pokusu 47. ($\alpha$ IIa) byl připraven z čerstvých látek, uložen do thermostatu při 20° na dobu jednoho měsíce, načež shledáno, že chroman draselnatý úplně zmizel, ačkoliv neodpovídá tato rychlost křivce $\alpha$ IIa.

Jest tedy adsorpce chromanu draselnatého druhým činitelem, který znesnadňoval hledání skutečného průběhu reakce a rovnovážné konstanty. Adsorpcí vysvětlujeme si i přeběhnutí reakce v nahoře uvedených případech. Přes tyto obtíže nicméně snažili jsme se dosáhnouti rovnovážného stavu poněkud jiným způsobem. Z povahy reakce vyplývalo, že jest nutno zvětšiti vznikající množství $K_2CrO_4$ ve směru


$$K_2SO_4 + PbCrO_4 \rightarrow K_2CrO_4 + PbSO_4$$

tím, že volíme velikou koncentraci $K_2SO_4$ proti $K_2CrO_4$, takže analytické určení snadnější a chyby pozorovací menší. Dále bylo nutno zmenšiti pokud možno koncentraci $PbCrO_4$, aby jeho účinek na $K_2CrO_4$ byl co nejmenší. Určovali jsme tedy rovnovážnou konstantu dále tím způsobem, že jsme při každé teplotě vyšli od koncentrace


$$1000\,H_2O : 10\,K_2SO_4 : 0{\cdot}001\,K_2CrO_4 : 0{\cdot}1\,PbCrO_4 : 0{\cdot}1\,PbSO_4$$

a po ukončeném pokusu a stanovení $K_2CrO_4$ užili jsme stejné koncentrace, ale přidali jsme o něco větší množství $K_2CrO_4$, nežli bylo v pokusu nalezené. Tak jsme pokračovali postupně a později i umenšili koncentraci $PbSO_4$ a $PbCrO_4$ na 0·01, jakož i $K_2CrO_4$. Abychom vymezili vliv adsorpce prováděli jsme dále řadu souběžných pokusů při stejné koncentraci a užili filtr od předcházející filtrace, pokusy opakovali pak tak dlouho, až došli jsme ku hodnotám si blízkým, odpovídajícím pravděpodobnému rovnovážnému stavu. Ostatně plyne z pokusu 51. IIb při 98·5° a z pokusu 42. IIb při 70°, že i při menší koncentraci nežli 10 mol $K_2SO_4$ dosáhne se znatelného pohybu reakce ve směru


$$K_2SO_4 + PbCrO_4 \rightarrow K_2CrO_4 + PbSO_4$$

Příčinou jest zmenšení adsorpce při zvýšené teplotě a zvětšení rovnovážné konstanty s teplotou respektive zmenšení poměru

$$\frac{K_2SO_4}{K_2CrO_4}$$

Konečné výsledky takto nalezené jsou:

pro 20° C

koncentrace:

1000 $H_2O$ : 9·9973 $K_2SO_4$ : 0·01277 $PbSO_4$ : 0·00723 $PbCrO_4$ : 0·00377 $K_2CrO_4$

pro 40° C

koncentrace:

1000 $H_2O$ : 9·9963 $K_2SO_4$ : 0·01365 $PbSO_4$ : 0·00635 $PbCrO_4$ : 0·00465 $K_2CrO_4$

pro 70° C

koncentrace:

1000 $H_2O$ : 9·9956 $K_2SO_4$ : 0·0144 $PbSO_4$ : 0·0056 $PbCrO_4$ : 0·0054 $K_2CrO_4$.

pro 98·5° C

koncentrace:

1000 $H_2O$ : 9·9949 $K_2SO_4$ : 0·0151 $PbSO_4$ : 0·0049 $PbCrO_4$ : 0·0061 $K_2CrO_4$.

I vyplývají po koncentraci $\Sigma$ 10 až $\Sigma$ 10·01*)

$$K_{20^0} = 0{\cdot}000277$$
$$K_{40^0} = 0{\cdot}000365$$
$$K_{70^0} = 0{\cdot}000440$$
$$K_{98{\cdot}5^0} = 0{\cdot}000505$$

Z výpočtu provedeného na str. 25. vyplývala hodnota rovnovážná při 20° C:

$$\frac{C_{CrO_4}''}{C_{SO_4}''} = \frac{1}{51293} \doteq 2 \times 10^{-5}$$

pro nekonečné zředění, tedy úplnou dissociaci jak $K_2CrO_4$ tak i $K_2SO_4$, kdežto námi nalezená hodnota odpovídá $3 \times 10^{-4}$, což nepřekvapuje vzhledem ku velké koncentraci roztoku (5·2280 g $K_2SO_4$ v 54·048 g $H_2O$), jehož dissociace je malá a ku nastalým processům hydrolytickým známým z literatury, pokud se týká chromanu olovnatého (Cox l. c.), tak i pro síran olovnatý (Dolezalek: Zeit. f. Elektr. 5. 335. r. 1899). Ostatně i v literatuře známé pokusné výsledky srovnané s theorií pro případy:

---

* Znamená součet koncentrací $K_2SO_4 + K_2CrO_4$ v molech. Srovnej Meyerhoffer (l. c.).

$BaCO_3 + BaSO_4$ [MEYERHOFFER: Zeit. f. phys. Ch., sv. 53, str. 543, r. 1905],
$TlCl + TlCNS$ [KNÜPFER: Týž časop. sv. 26, str. 267, r. 1898],
$PbJ_2 + PbSO_4$ [FINDLEY: Týž časop., sv. 34, str. 419, r. 1900],
$AgCl + AgOH$ [NOYES a KOHR: Týž časopis, sv. 42, str. 336, r. 1903]

jeví podobný nesouhlas, který tím je větší, čím konstanta jest hodnotou menší.*)

Z křivek, které znázorňují průběh reakce (viz obr. IV. a 6.), jest patrno, že na počátku jest vždy rychlost reakční veliká, hodnotu rychlosti reakční nelze však pro monomolekulárnou reakci, jež dána je výrazem

$$K_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a - x}$$

bezpečně tu vypočísti.

Hodnoty jsou ku př. pro koncentraci IIa, při teplotě 20° dle této formule vypočtěné:

| Čas: | $1000\,K_1$ |
|---|---|
| 2 hod. | 2·189 |
| 5 hod. | 1·173 |
| 24 hod. | 0·305 |
| 45 hod. | 0·179 |
| 115 hod. | 0·081 |
| 720 hod. | 0·017 |
| 1752 hod. | 0·011 |

Pro bimolekulárnou reakci dle vzorce:

$$K_2 = \frac{1}{t} \cdot \frac{X}{(a - X)\,a}$$

platí pro tutéž koncentraci i teplotu čísla:

| Čas: | $1000\,K_2$ |
|---|---|
| 2 hod. | 1·252 |
| 5 hod. | 0·704 |
| 24 hod. | 0·192 |

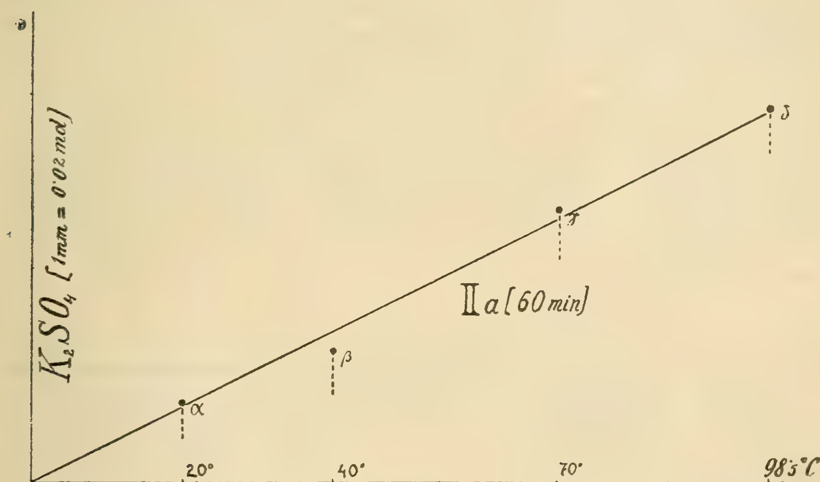
*) Posledně jmenovaní autoři našli ku př. výpočtem číslo dvacetkráte větší nežli theoretické, v našem případě jest hodnota ca. patnáctkráte větší.

| | | |
|---|---|---|
| 45 | hod. . . . . . . | 0·116 |
| 115 | hod. . . . . . . | 0·054 |
| 720 | hod. . . . . . . | 0·013 |
| 1752 | hod. . . . . . . | 0·005 |

stejně v hodnotě klesající.

Z okolnosti té, že »konstanta« rychlostní, jak nejlépe patrna z grafického řešení (obr. čís. 4. křivka K), není hodnotou stálou nýbrž zcela pravidelně se zmenšující s časem, usuzujeme, že působí zde adsorpce co zdánlivá katalysa.

Pokud se týká vlivu teploty tedy i zde vystupuje jako účinný faktor adsorpce. Temperaturní koëfficient nelze pro-




Obr. 7.

zatím vyčísliti. Při nižší teplotě probíhá reakce zřejmě rychleji (viz grafické řešení na obr. čís. 7.) nežli by probíhala bez působení adsorpčního urychlení (srovnej též velký spád křivek při počátku souřadnic na obr. č. 4. a 6.).

Jest jisto, že jakmile vyšetříme zákony adsorpce pro tento náš případ, bude možno s větší přesností stanoviti jednotlivé konstanty.

Další pokusy ještě týkaly se stanovení křivky *ABCD* isothermických diagramů (obr. čís. 2.). Voleny teploty 20° a 70°. Křivka tato značí vlastně stoupající rozpustnost síranu

draselnatého vedle klesajícího množství chromanu draselnatého, při čemž zanedbávána nepatrná rozpustnost síranu a chromanu olovnatého. Důležitými jsou body *B* a *C*. Bod *B* značí společnou rozpustnost nasycených roztoků chromanu a síranu draselnatého, bod *C* pak udává koncentraci roztoku síranu draselnatého a chromanu draselnatého za přítomnosti pevného síranu draselnatého, chromanu olovnatého a síranu olovnatého.

Pracováno tímto způsobem:

Do baňky z jenského skla bylo rozpuštěno vždy odvážené množství síranu a chromanu draselnatého dle dřívějšího přibližného výpočtu tak, abychom dostali body křivky pravidelně rozdělené, pak postaveno do thermostatu a uzavřeno podobně jako při dřívějších pokusech. Po delší době něco roztoku rychle odděleno do odvažovací lahvičky. Z ní po odvážení odlita část neb celé množství do platinové misky, odkouřeno na vodní lázni a sušeno po 2 až 3 hodiny v sušárně vyhřáté na 130—150° C do konstantní váhy. V sušině stanoven byl jodimetricky chroman draselnatý a z rozdílu vypočten síran draselnatý. Postup náš ukázal se býti přesnější nežli úplná vážková analysa.

Nalezeny tyto střední hodnoty pro teplotu 20° C:

**Tabulka čís. 8.**

| Čas: | % $K_2SO_4$ | % $K_2CrO_4$ | Výsled. bod na křivce | Poznámka |
|---|---|---|---|---|
| — | 10·07% | — | CD | Andrea: Journ f. prakt. Chemie 29. 472. r. 1884. |
| 94 dní<br>116 dní | 8·37% | 3·25% | a | — |
| 6 dní<br>134 dní | 6·05% | 9·10% | b | — |
| 6 dní | 4·57% | 15·43% | c | — |
| 5 dní<br>134 dní | 2·97% | 20·89% | d | — |
| 7 dní<br>13 dní | 2·31% | 27·23% | B | — |
| — | — | 38·6% | A | Alluard: Comp. rend. 59. 150 r. 1864. |

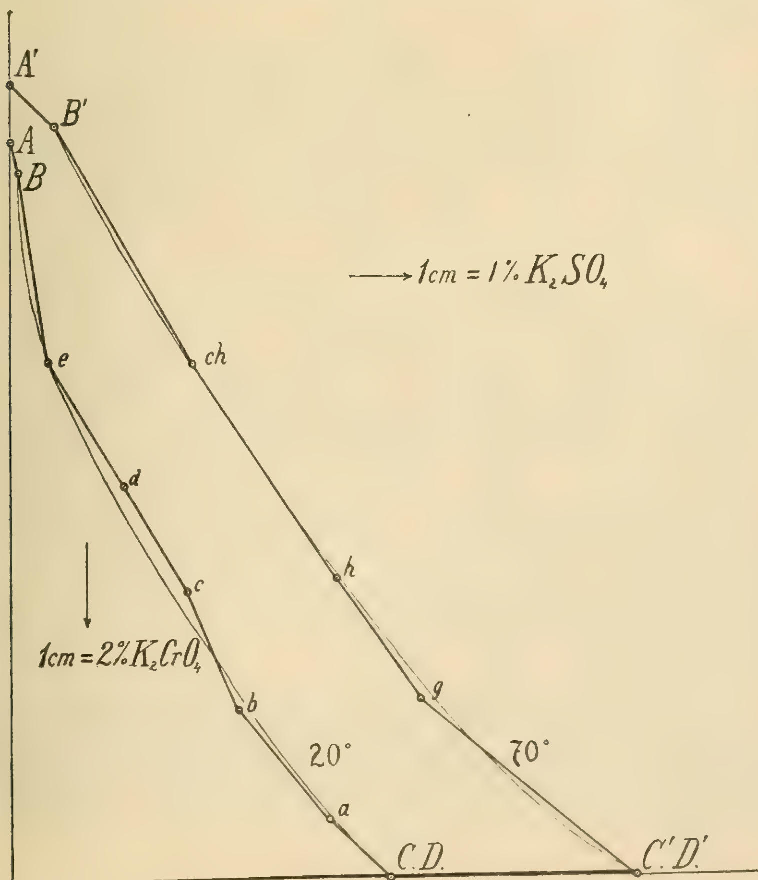
a vneseny do systému pravoúhlých souřadnic daly křivku ABCD (viz obr. čís. 8.). Pokud se týká bodu *C* a zároveň křivky Guldberg-Waageovy jest zřejmo, že pro nepatrnou hod-

notu rovnovážné konstanty bod *C* splývá v rozměrech diagramu s bodem *D* tím i pole OCD, t. j. existenční mez $PbSO_4$ prakticky mizí.

Pro isothermu při 70° C nalezena tato čísla:

**Tabulka čís. 9.**

| Čas: | % $K_2SO_4$ | % $K_2CrO_4$ | Výsled. bod na křivce | Poznámka |
|---|---|---|---|---|
| — | 16·6% | — | C D | Andrea Journ. f. prakt. Chemie 29. 472 r. 1 84. |
| 4 dny | 10·8% | 9·6% | g | — |
| 4 dny 5 dní | 8·35% | 16·75% | h | — |
| 4 dny 5 dní | 5·41% | 26·93% | ch | — |
| 5 dní | 1·17% | 39·7% | B' | — |
| — | — | 42·2% | A' | Alluard: Comp. rend. 59. 1500 r. 1864. |




Obr. 8.

Aby konečně*) stanovena býti mohla polytherma stačí znáti rozpustnost společnou síranu a chromanu draselnatého v případě, že obou je nadbytek a to při jiných teplotách nežli právě uvedených. Stejným způsobem jak dříve popsáno nalezena tato čísla:

při teplotě 98·5° po době 9 hodin . . 1·99% $K_2SO_4$ a 39·26% $K_2CrO_4$
» » 40° C » » 8 dní . . . 2·23% $K_2SO_4$ a 37·83% $K_2CrO_9$

Z této první části studií o žluti chromové činíme toto

**resumé:**

V práci studována byla reakce:



$$PbSO_4 + K_2CrO_4 \rightleftharpoons PbCrO_4 + K_2SO_4$$

se stanoviska chemické rovnováhy a pravidla fasí.

Shledáno, že reakce ve směru → probíhá skoro úplně a dostatečně rychle, takže může býti pohodlně sledována, z druhé strany jest rychlost nepatrná a možno ji sledovati pouze na základě velké citlivosti reakce



$$CrO_4'' + 8\,H^{\cdot} + 3\,J' = Cr^{\cdots} + 4\,H_2O + 3\,J.$$

Stanovením stability rozhodnuta byla nemožnost existence pevné fase $PbSO_4$ vedle $K_2CrO_4$, $K_2SO_4$, $PbCrO_4$ v roztoku, jakož i pochybná existence jakékoliv podvojné soli.

Vyšetřování Guldberg-Waageových křivek bylo stíženo nepatrnou hodnotou konstanty rovnovážné ($K_{20^0}$ = 0·000277), jakož i význačnými vlivy adsorpce. Tyto jmenovitě se uplatňují při nižších teplotách a vyšších koncentracích, což má velikou důležitost

---

* Ku konci práce následkem mimořádných poměrů nemohl se druhý z nás účastniti experimentální práce a vypomáhal nám z ochoty p. dr. Preller, assistent ústavu pro sklářství a keramiku na české technice. Milerádi mu zde za jeho účinnou pomoc vzdáváme díky.

při výrobě chromové žluti citronového odstínu, který vázán jest na přítomnost solí olovnatých v žluti chromové.

Z pokusů našich vychází, že rovnovážná konstanta, jak i výpočet z pravidla Nernstova dokazuje, jest tak malá, že při grafickém vyšetřování isothermy oblast existence $PbSO_4$ prakticky mizí.

Rychlost námi studované reakce zvětšuje se zvýšenou teplotou, avšak i zde zabraňuje adsorpce přesné stanovení urychlení, též výsledky »konstant« vypočtené pro monomolekulárnou i bimolekulárnou reakci jeví se býti funkcí adsorpce.

Pro výrobu žluti chromové citronové barvy vyplývá prozatím z této první části studie důležitá okolnost, že lze zcela dobře, vychází-li se při výrobě od síranu olovnatého, dospěti dle podmínek reakčních (teploty, koncentrace, doby) ku barvám příslušné nuance. Mimo to pokusy naše dokazují, že pro výrobu onu jest správnějším postup, kdy octan olovnatý jest v přebytku, tak že není se obávati, že by chroman (následkem velkého spádu naší reakce ve směru: $PbSO_4 + K_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 + K_2SO_4$) v roztoku obsažený neumenšil množství síranu olovnatého v barvě, kterýžto, jak praktikům dobře je známo, podmiňuje stálost barvy při promývání.

V Praze v prosinci 1914.

*Z laboratoře chemické technologie anorganických látek na c. k. české vysoké škole technické v Praze.*

# Obsah

Věstníku 1914 dle abecedního pořadu autorů.

# Alphabetische Übersicht

der in den Sitzungsberichten 1914 veröffentlichten Arbeiten.

---

# Odborový rejstřík

prací Věstníku král. Čes. Spol. Nauk, třídy mathem.-přírod. za rok 1914.

# Fachregister

der in den SB der math.-naturwiss. Klasse für das Jahr 1914 veröffentlichen Arbeiten.

## 1. Mathematika.

Bydžovský B., O zvláštních konstrukcích. 6 str. — XXI.
Grünwald Ant., Exakte Treffpunktsbestimmung bei Verfolgungsaufgaben. 4 S. — XVII.
Rogel Franz, Arithmetische Transformationen. 32 S. — III.
— —, Über die Funktion (x). 25 S. — XVIII.
Velísek Fr., Plochy, jichž diagonální čáry mizí za sférické obrazy kružnice stálých poloměrů a stejných oblouků. — 20 str.

## 2. Fysika. Chemie.

Kallauner O., Studie o portlandském cementu. 14 str., 4 obr. v textu. — VIII.
Kučera Bohumil, O zkoumání radioaktivity minerálů a různých umělých produktů methodou absorpčních křivek. 8 str., 2 obr. v textu. — XIV.
Milbauer Jar. a Kohn Kam., Studie o žluti chromové. Část I. — 33 str., 8 obr.
Milbauer Jar. a Pšenička Boh., Příspěvky k odměrnému stanovení vyšších kysličníků olova a ku rychlému ocenění minia. — 31 str., 2 obr. v textu.

## 3. Geologie.

Daneš J. V., Karststudien in Jamaika. 72 S., mit einer Karte, 6 Textfiguren und 4 photographischen Aufnahmen. — XX.
Klouček Celda, O trilobitech v etaži $D_{1}\alpha$. 5 str. — XXIII.
Woldřich J., Die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Litten, Hinter-Třebáň und Poučník bei Budňan. 36 S., mit 1 Taf. und 6 Textfig. — X.

## 4. Biologie.

Breindl Václav, Über die Hämocytozoen einiger kaukasischer Reptilitien. 11 S., mit 4 Textfig. — XVI.

Ducháček F., O biochemické variaci mikroba Bacillus bulgaricus. 24 str. — VI.

Heveroch Ant., Anarithmetik (Alogistik). Verlust der Fähigkeit zu rechnen. 26 S., 1 Textfig. — VII .

John Ot., O smyslových ústrojích v postranní soustavě mladých úhořů (monté). 43 str., 2 tab., 1 obr. v textu. — I.

Klečka Rudolf, O vývoji křídel hmyzu. 32 str., 23 obr. v textu. — XXIV.

Komárek Jul., Über die Blepharoceriden aus dem Kaukasus und Armenien. 19 S., mit 2 Taf. und 2 Textfig. — IX.

— —, Morphologie und Physiologie der Saugnäpfe der Blepharoceriden-Larven. 28 S., mit 10 Texfig. — XXV.

Rambousek Fr., Über das Xantholien-Subgenus Vulda. 16 S., 1 Taf. — XIII.

Srdínko O., Poznámky k vývoji žeber člověka. 20 str., 2 tab., 1 obr. v textu. — XII.

Štolc Ant., Über das Verhalten des Harnsäure zum lebenden Protoplasma von Protozoen. 6 S. — XXII.

Šulc Karel, Eine neue Psylla und Rhinocola aus Surinam. 10 S., 2 Textfig. — IV.

— —, Eine neue Panisopelma und eine neue Trioza aus Chile. 8 S., 2 Textfig. — V.

— —, Über Stink- und Speicheldrüsen der Chrysopen. 50 S., 27 Abbild. — XI.

Wilhelm Jan, Monografická studie o českých parožnatkách. 168 str., 41 vyobr. — II.

DR. ED. GRÉGR A SYN, KNIHTISKÁRNA V PRAZE.


ERNST MAYR LIBRARY
3 2044 114 198 51